



państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, biuro@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP 525-000-80-40

www.pgi.gov.pl

Ocena perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węglowodorów
oraz przygotowanie materiałów na potrzeby przeprowadzenia postępowania przetargowego
w celu udzielenia koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie
lub wydobywanie złóż węglowodorów
Zadanie 22.5004.1502.02.0

Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węglowodorów Obszar przetargowy „Dannica”

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
dr hab. Teresy Podhalańskiej i mgr inż. Marcina Janasa

Koordynator zadania:
dr hab. Stanisław Wołkowicz
prof. nadzw. PIG-PIB

Warszawa, październik 2017 r.

Skład zespołu:

Teresa Podhalańska

Marcin Janas

Anna Becker

Dariusz Brzeziński

Ireneusz Dyrka

Joanna Fabiańczyk

Anna Feldman-Olszewska

Andrzej Głuszyński

Izabella Grotek

Tadeusz Grudzień

Marek Jasionowski

Jacek Kasiński

Ewa Klimuszek

Maciej Kłonowski

Paulina Kostrz-Sikora

Aleksandra Kozłowska

Marta Kuberska

Rafał Laskowicz

Krzysztof Leszczyński

Tadeusz Peryt

Zdzisław Petecki

Monika Piotrowska

Michał Roman

Joanna Roszkowska-Remin

Leszek Skowroński

Jakub Sokołowski

Magdalena Sikorska-Jaworowska

Małgorzata Sikorska-Maykowska

Marcin Szuflicki

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. Informacje ogólne o obszarze przetargowym	5
(Teresa Podhalańska, Marcin Janas, Marek Jasionowski)	
1.2. Charakterystyka środowiskowa	5
(Małgorzata Sikorska-Maykowska, Paulina Kostrz-Sikora, Monika Piotrowska)	
2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	10
2.1. Kambr, ordowik, sylur	10
2.1.1. Stratygrafia i litologia utworów niższego paleozoiku	10
(Jolanta Paczeńska, Teresa Podhalańska)	
2.1.2. Ewolucja geotektoniczna basenu dolnopaleozoicznego	19
(Joanna Roszkowska-Remin)	
2.2. Perm, mezozoik, kenozoik	20
2.2.1. Stratygrafia i litologia	20
(Hubert Kiersnowski, Tadeusz Peryt, Anna Becker, Anna Feldman-Olszewska, Krzysztof Leszczyński, Jacek Kasiński)	
2.3. Tektonika	24
(Andrzej Głuszyński)	
2.4. Warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne	26
(Maciek Kłonowski)	
3. SYSTEM NAFTOWY	28
3.1. Skąły macierzyste	29
(Marcin Janas, Izabella Grotek, Ewa Klimuszko)	
3.1.1. Analiza geochemiczna materii organicznej metodą Rock-Eval	29
3.1.2. Analiza mikroskopowa materii organicznej	34
3.1.3. Charakterystyka geochemiczna materii organicznej	37
3.2. Skąły zbiornikowe	47
(Jolanta Paczeńska, Marcin Janas)	
3.3. Skąły uszczelniające	47
(Tadeusz Peryt, Teresa Podhalańska)	
3.4. Skąły nadkładu	47
(Marcin Janas)	
3.5. Wiek i mechanizm generacji, migracji i akumulacji węglowodorów	48
(Ireneusz Dyrka)	
3.6. Parametry ropy i gazu	51
4. CHARAKTERYSTYKA ŹŁÓŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIĘDZTWIE ORAZ PARAMETRY ROPY I GAZU	51
(Marcin Szuflicki, Joanna Fabiańczyk, Dariusz Brzeziński)	
5. DANE O GŁĘBOKICH OTWORACH WIERTNICZYCH	73
5.1. Dane o otworach archiwalnych	73
5.1.1. Dane ogólne o otworach wiertniczych oraz stratygrafia	73
(Teresa Podhalańska, Tadeusz Grudzień)	
5.1.2. Testy złożowe i objawy węglowodorów w otworach wiertniczych	74
(Jakub Sokołowski)	
5.1.3. Petrografia osadów ediakaru i niższego paleozoiku	77
(Magdalena Sikorska-Jaworowska, Marta Kuberska, Aleksandra Kozłowska)	
5.1.3.1. Petrografia osadów ediakaru i kambry w zachodniej części obniżenia bałtyckiego	77
5.1.3.2. Petrografia osadów ordowiku i syluru	78
5.1.4. Wyniki badań geofizyki otworowej	80
(Michał Roman)	
5.2. Dane o nowoodwierconych otworach wiertniczych	83
(Marek Jasionowski)	
6. DANE O PRACACH SEJSMICZNYCH NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIĘDZTWIE	84
(Andrzej Głuszyński)	

7. INNE BADANIA ZREALIZOWANE NA OBSZARZE PRZETARGOWYM	85
<i>(Zdzisław Petecki)</i>	
7.1. Badania grawimetryczne	85
7.2. Badania magnetyczne	86
7.3. Badania magnetotelluryczne	88
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI GEOLOGICZNEJ	91
<i>(Rafał Laskowicz, Marcin Janas, Izabella Grotek, Teresa Podhalańska)</i>	
8.1. Ocena perspektywiczności geologicznej wraz z oceną możliwości odkrycia i udokumentowania złóż węglowodorów	91
8.2. Minimalny zakres prac dla obszaru przetargowego „damnica”	95
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	95

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego Damnica został przygotowany na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska. Zakres informacji geologicznej, jaka powinna się znaleźć w przedkładanym opracowaniu został określony w piśmie tegoż Departamentu nr DGK-IV-4773.6.2016.TC z dnia 15.07.2015 roku. Celem poszukiwawczym na obszarze przetargowym Damnica są niekonwencjonalne złoża węglowodorów w łupkach niższego paleozoiku (kambr górny, ordowik, sylur) oraz niekonwencjonalne i konwencjonalne złoża węglowodorów w piaskowcach kambru środkowego.

Zgodnie z art. 49.f Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2016 r., poz. 1131 ze zm.) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ przetargowy we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy Damnica został wskazany w oparciu o Raport „RANKING OBSZARÓW PROPONOWANYCH DO POSTĘPOWANIA PRZETARGOWEGO NA UDZIELENIE KONCESJI NA POSZUKIWANIE, ROZPOZNAWANIE ORAZ WYDOBYWANIE WĘGLOWODORÓW” opracowany przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.

Zebrane dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego Damnica obejmują informację geologiczną będącą własnością Skarbu Państwa, dostępną w zasobach Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB oraz w ogólnodostępnych publikacjach naukowych. • ródła zamieszczonych informacji zawarte są w końcowej części pakietu. Opracowanie to zawiera również ogólne dane o istniejących informacjach geologicznych nie będących własnością Skarbu Państwa.

Pakiet danych geologicznych stanowi integralną część zestawu dokumentów oferty przetargowej i jako taki nie może być udostępniany oddzielnie.

Obszar Damnica obejmuje 1039,29 m² i znajduje się w całości w województwie pomorskim. Północną granicę obszaru wyznacza linia brzegowa Morza Bałtyckiego. Granica wschodnia obszaru Damnica stanowi zarazem zachodnią granicę obszaru przetargowego Żarnowiec (Fig. 1.1 i 1.2A, B).

1.2. CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKOWA

Obszar przetargowy Damnica położony jest w województwie pomorskim, w granicach administracyjnych powiatów ziemskich: słupskiego i lęborskiego oraz miasta Słupska. Swoim zasięgiem obejmuje tereny należące do 10 gmin, w tym 8 wiejskich i 2 miejskich. Największy udział w jego powierzchni mają gminy: Główny i Smołdzino. Północną granicę obszaru wyznacza linia brzegowa Morza Bałtyckiego (Fig. 1.3 A, B).

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2013) omawiany teren położony jest w obrębie 4 mezoregionów, choć dominujące znaczenie mają dwa z nich: Wybrzeże Słowińskie i Wysoczyzna Damnicka. Pierwsza z wymienionych jednostek jest wąskim pasem lądu wzdłuż brzegu Bałtyku. Jej krajobraz tworzą plaża, nadmorskie wydmy, nadbrzeżne jeziora i bagna oraz elementy rzeźby polodowcowej, do których należy łuk morenowy nad jeziorem

Gardno. Linia brzegowa jest wyrównana przez działalność fal. Wydmy odcinają od morza płytkie jeziora, w tym znajdujące się w północnej części charakteryzowanego obszaru: Łebsko (6,3 m głębokości), wymienione już wcześniej Gardno (2,6 m głębokości), a także Sarbsko (3,2 m głębokości), Dołgie Wielkie (2,9 m głębokości) oraz Dołgie Małe (0,7 m głębokości).

Obszar Wysoczyzny Damnickiej charakteryzuje się natomiast falistą powierzchnią obniżającą się wyraźnie w kierunku północnym – od 88 m n.p.m. w rejonie Rzechcina do około 30 m n.p.m. w okolicy Skórzyna i Rzuszczy. Wysoczyznę rozcinają wąskie doliny o głębokości 20–30 m, powstałe w czasie deglacjacji lądolodu jako rynny i doliny wód roztopowych. Przez północną część Wysoczyzny Damnickiej przebiega pas masywnych wzgórz czołomorenowych fazy gardzieńskiej. Najwyższe z nich znajdują się na wschód od Wierzhocina (Będomińska Góra – 85,6 m n.p.m.) oraz w okolicach Rzuskiego Lasu (ponad 75 m n.p.m.).

Sieć komunikacyjną obszaru Damnica tworzą drogi skategoryzowane jako gminne, powiatowe i wojewódzkie. W grupie tych ostatnich znajdują się: DW nr 214 relacji Łeba – Warlubie (która w granicach charakteryzowanego terenu łączy Łebę i Wicko) oraz DW nr 213 (odcinek Słupsk–Siemianice–Lubuczewo–Żelkowo–Kłęcinko–Pobłocie–Wicko). Poza południową granicą obszaru przebiega DK nr 6 łącząca Szczecin z Trójmiastem, która jedynie na niewielkim odcinku przecina południowo-wschodnie krańce charakteryzowanego terenu. Od zachodu dostępność komunikacyjną zapewnia DK nr 21 (relacji Miastko–Ustka) – przy czym również ta trasa położona jest poza obszarem przetargowym, z wyjątkiem krótkiego odcinka na północ od Słupska.

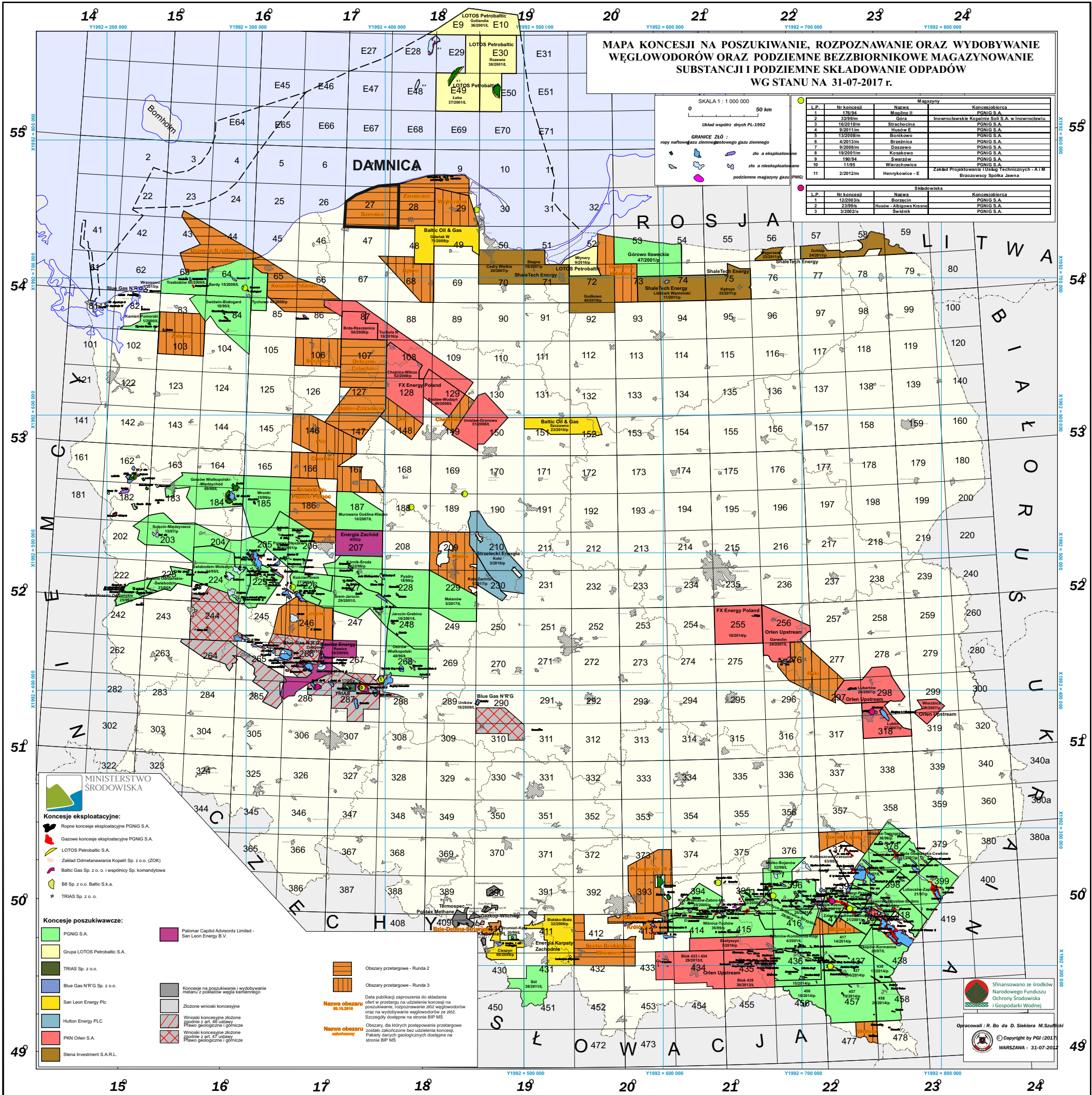
Poza siecią dróg, elementem infrastruktury komunikacyjnej jest linia kolejowa nr 202 (Gdańsk Główny–Stargard). Jest to linia pasażerska, zelektryfikowana, jednotorowa, skategoryzowana jako pierwszorzędna. W granicach obszaru przetargowego w ciągu opisywanej linii usytuowane są 3 stacje kolejowe (Jezierzycze Słupskie, Damnica oraz Potęgowo) oraz 2 przystanki pasażerskie (Strzyżyno Słupskie i Głuszyno Pomorskie). W bezpośrednim sąsiedztwie obszaru Damnica znajduje się również port lotniczy Słupsk–Redzikowo, który jednak obecnie nie przyjmuje lotów pasażerskich.

Przez południową część obszaru (w linii Słupsk–Damnica–Nowa Wieś Lęborska) przebiega nitka magistralnego gazociągu przesyłowego relacji Szczecin–Gdańsk. Jest to oddany do użytkowania w 2015 r. odcinek Słupsk–Wiczlino o średnicy 700 mm. Elementem krajowej infrastruktury techniczno-inżynierskiej jest ulokowana również w południowej części obszaru linia elektroenergetyczna najwyższych napięć (400 kV).

Sieć hydrograficzną obszaru Damnica (Fig. 2.14) tworzą jeziora, w tym wymienione powyżej zbiorniki, spośród których największymi są Łebsko i Gardno, a także rzeki (Łupawa, Skórzynka, Łeba), potoki i kanały. Zarówno dolina Łeby (znajdująca się we wschodniej części opisywanego terenu) jak również tereny znajdujące się w sąsiedztwie jezior Gardno i Łebsko klasyfikowane są jako obszary zagrożone podtopieniami.

Część terenów położonych w granicach obszaru przetargowego podlega ochronie prawnej realizowanej na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody. Wśród obszarowych form chronionych występują m.in. 2 obszary chronionego krajobrazu oraz 6 rezerwatów przyrody, które zajmują względnie niewielkie powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni obszaru Damnica. Podobnie jest z

Figura 1.1. Położenie obszaru przetargowego „Damnica” na tle mapy koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 31.07.2017 r.



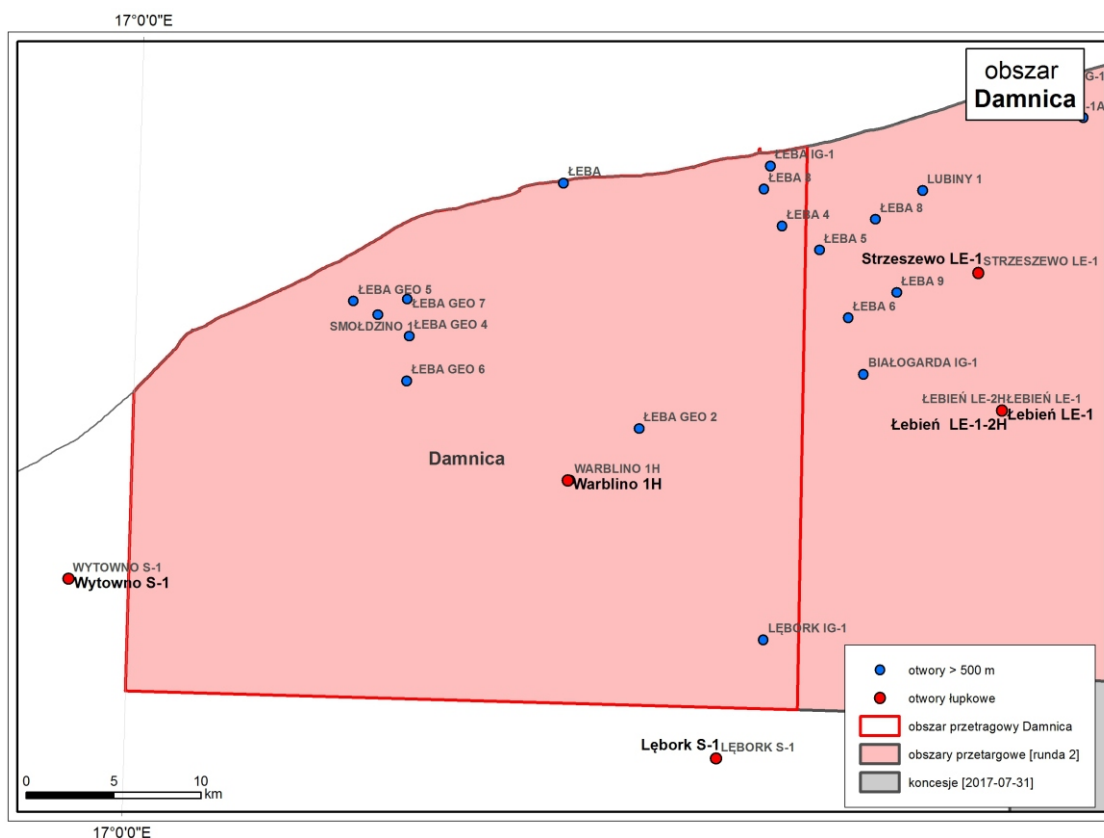


Figura 1.2A. Obszar przetargowy „Damnica” wraz z lokalizacją archiwalnych i nowych otworów wiertniczych o głębokości powyżej 500 m (mapa wykreślona przez M. Jasionowskiego).

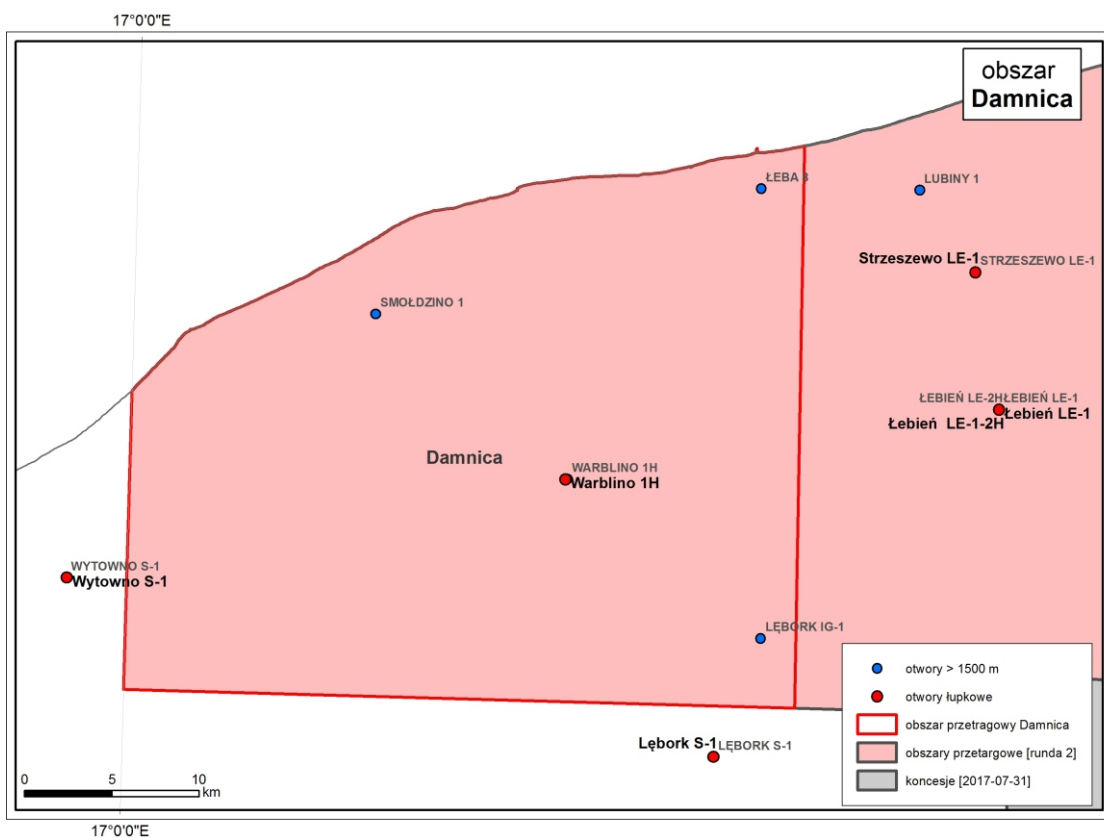


Figura 1.2B. Obszar przetargowy „Damnica” wraz z lokalizacją archiwalnych i nowych otworów wiertniczych o głębokości powyżej 1500 m (mapa wykreślona przez M. Jasionowskiego).

obszarami sieci Natura 2000: w granicach opisywanego terenu znajduje się (w całości lub częściowo) 9 specjalnych obszarów ochrony (SOO) wyznaczonych w ramach tzw. „Dyrektywy Siedliskowej” oraz 2 obszary specjalnej ochrony (OSO) utworzone w oparciu o tzw. „Dyrektywę Ptasią” – każdy z nich zajmuje około 1% powierzchni obszaru przetargowego. Wyjątek stanowią obszary PLH220023 Ostoja Słowińska i PLB220003 Wybrzeże Słowińskie, które ulokowane są w północnej części charakteryzowanego terenu (ich granice zasadniczo mają podobny przebieg) i zajmują nieco ponad 1/5 jego powierzchni. Zdecydowanie największą obszarowo formą podlegającą ochronie jest natomiast Słowiński Park Narodowy wraz z otuliną. Park ten został utworzony w 1966 r. dla zachowania w niezmienionym stanie systemu jezior przymorskich, bagien, torfowisk, łąk, nadmorskich borów i lasów, a przede wszystkim wydmyowego pasa mierzei z unikatowymi w Europie wydmyami ruchomymi. O randze i wartości przyrodniczej SPN świadczy fakt umieszczenia go w międzynarodowej sieci obszarów chronionych takich jak: HELCOM BSPA (Baltic Sea Protected Areas), Światowe Rezerваты Biosfery oraz obszary wodno-błotne chronione konwencją ramsarską. Na omawianym terenie przetargowym znajduje się także: 270 użytków ekologicznych (w tym 51 obiektów o powierzchni powyżej 5 ha), 335 pomników przyrody oraz 1 stanowisko dokumentacyjne.

Na terenie przetargowym Damnica zlokalizowanych jest także 30 zabytków archeologicznych, takie jak: grodziska, osady, cmentarzyska i 1 miejsce kultu.

W aspekcie uwarunkowań środowiskowych mogących potencjalnie ograniczać warunki poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów w granicach obszaru *Damnica* należy zwrócić również uwagę na czynniki hydrogeologiczne związane z występowaniem głównych zbiorników wód podziemnych (Fig. 2.14). Są to zbiorniki czwartorzędowe. Pierwszy z nich – zbiornik nr 107 (Pradolina rzeki Łeba) – zlokalizowany jest we wschodniej części terenu, drugi zaś (zbiornik nr 115: Zbiornik międzymorenowy Łupawa) w części południowej. Na charakteryzowanym obszarze zinwentaryzowano 44 ujęcia

wód podziemnych (w tym 34 komunalne, 9 przemysłowych i 1 komunalno-przemysłowe). Zdecydowana większość z nich (39) czerpie wodę z utworów czwartorzędowych.

Omawiany obszar jest również miejscem prowadzenia działalności wydobywczej i przetwórczej. Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze *Damnica* znajduje się 19 udokumentowanych złóż kopalin, w tym 12 złóż kruszywa naturalnego (Darłowo, Objazda, Podróżę, Siemianice II, Siemianice III, Siemianice IV, Skórowo, Skórowo Nowe, Szczypkowice, Wiklino, Wiklino II oraz Wiklino III), 3 złoża torfów (Cecenowo, Krakulice–Gać–Kompleks A i Objazda) oraz po 1 złożu: bursztynów (Smółdzino), soli kamiennych (Łeba), surowców ilastych do produkcji kruszywa lekkiego (Machowinko) i piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej (Słupsk II). W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowane są także obszary prognostyczne i perspektywiczne wystąpień torfów, bursztynów, kredy jeziornej i gytii oraz piasków i glin ilastych o różnej genezie.

W strukturze zagospodarowania widoczne są rozmieszczone w sposób nieregularny zwarte kompleksy leśne, które częściowo włączone są w system opisanych powyżej przyrodniczych obszarów prawnie chronionych. Ponadto część lasów – na mocy rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 25 sierpnia 1992 r. (Dz. U. z 1992 r., Nr 67, poz. 337) – posiada status lasów ochronnych. Zlokalizowane są one głównie w zachodniej części obszaru Damnica. Znaczna część terenu zajęta jest także przez grunty orne wysokich klas bonitacyjnych. Pomiędzy jeziorami Gardno i Łebsko, a także w dolinie Łeby, względnie duże powierzchnie terenu zajmują łąki położone na glebach pochodzenia organicznego.

W obrębie północno-zachodniej części obszaru Damnica położone są wschodnie rejony strefy ochronnej uzdrowiska w Uście.

Powyższe dane zostały przedstawione w formie tabelarycznej oraz graficznej w tabeli nr 1.1 oraz na figurze 1.3A, B.

Tabela 1.1. Karta uwarunkowań środowiskowych dla obszaru przetargowego „Damnica”

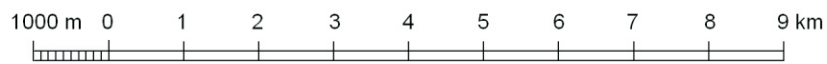
KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO DAMNICA				
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Smółdziński Las 1, Kluki 2, Łeba 3, Smółdzino 10, Główny 11, Lębork 12, Słupsk 21, Łupawa 22, Czarna Dąbrówka 23	
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	pomorskie	
		powiat	słupski	
		gmina (% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)	Ustka (7,40%), Smółdzino (25,01%), Słupsk (9,48%), Główny (30,57%), Damnica (10,15%), Potęgowo (7,17%)	
		powiat	Słupsk	
		gmina	Słupsk (0,50%)	
		powiat	lęborski	
		gmina	Nowa Wieś Lęborska (2,19%), Wicko (6,51%), Łeba (1,02%)	
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO – GEOGRAFICZNA (wg J. KONDRACKIEGO (2013))	makroregion	Pobrzeże Koszalińskie (313.4)	
		mezoregion	Wybrzeże Słowińskie (313.41); Wysoczyzna Damnica (313.44); Wysoczyzna Żarnowiecka (313.45); Pradolina Łeby i Redy (313.46)	
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	768487,609	409502,868
			736256,303	408926,764
			737349,025	370473,148
			754461,086	370959,415
			przebieg granicy między punktem nr 1 a punktem nr 4 wyznacza linia brzegowa Morza Bałtyckiego	
5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	1 039,29	
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż	
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		kambr, ordowik, sylur	
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie] jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego		
	parki narodowe		Słowiński PN (21%) wraz z otuliną (20%);	
	rezerваты		Bagna Izbickie (1%) wraz z otuliną (2%); Torfowisko Pobłockie (<1%); Las Górkowski (<1%); Jałowce (<1%); Czarne Bagno (<1%); Łebskie Bagno (<1%) wraz z otuliną (<1%)	
	parki krajobrazowe		nie	
	obszary chronionego krajobrazu		OChK Pas Pobrzeża na Wschód od Ustki (1%); OChK Fragment Pradoliny Łeby i Wzgórza Morenowe na Południe od Lęborka (<1%)	
	Natura 2000 - SOO		PLH220036 Dolina Łupawy (2%); PLH220023 Ostoja Słowińska (21%); PLH220018 Mierzeja Sarbska (<1%); PLH220001 Bagna Izbickie (1%);	

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO DAMNICA			
			PLH220042 Torfowisko Pobłockie (<1%); PLH220040 Łebskie Bagna (<1%); PLH220045 Górkowski Las (<1%); PLH220100 Klify Poddębskie (<1%); PLH220052 Dolina Słupi (<1%)
	Natura 2000 - OSO		PLB220003 Pobrzeże Słowińskie (21%); PLB990002 Przybrzeżne wody Bałtyku (<1%)
	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe		nie
	użytki ekologiczne	[tak (ilość)/ nie]	270 (w tym 51 o powierzchni >5 ha)
	pomniki przyrody		335
	stanowiska dokumentacyjne		1
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	111,69 km ² (10,7%)
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	tak
		grodzisko	8
		osada	18
		cmentarzysko	3
		inne (miejsce kultu, miejsce eksploatacji surowca, obozowisko, miasto)	1 (miejsce kultu)
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	107 - Pradolina rzeki Łeba; Q; 115 - Zbiornik międzymorenowy Łupawa; Q
14.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	nie
15.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	tak
16.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	tak
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (torfy, kruszywa naturalne, sole kamienne, surowce ilaste do produkcji kruszywa lekkiego, piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno – piaskowej, bursztyny)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (torfy, gliny ilaste o różnej genezie, bursztyny, kreda jeziorna i gytia, piaski)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	21.10.2016 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Paulina Kostrz-Sikora, Monika Piotrowska	

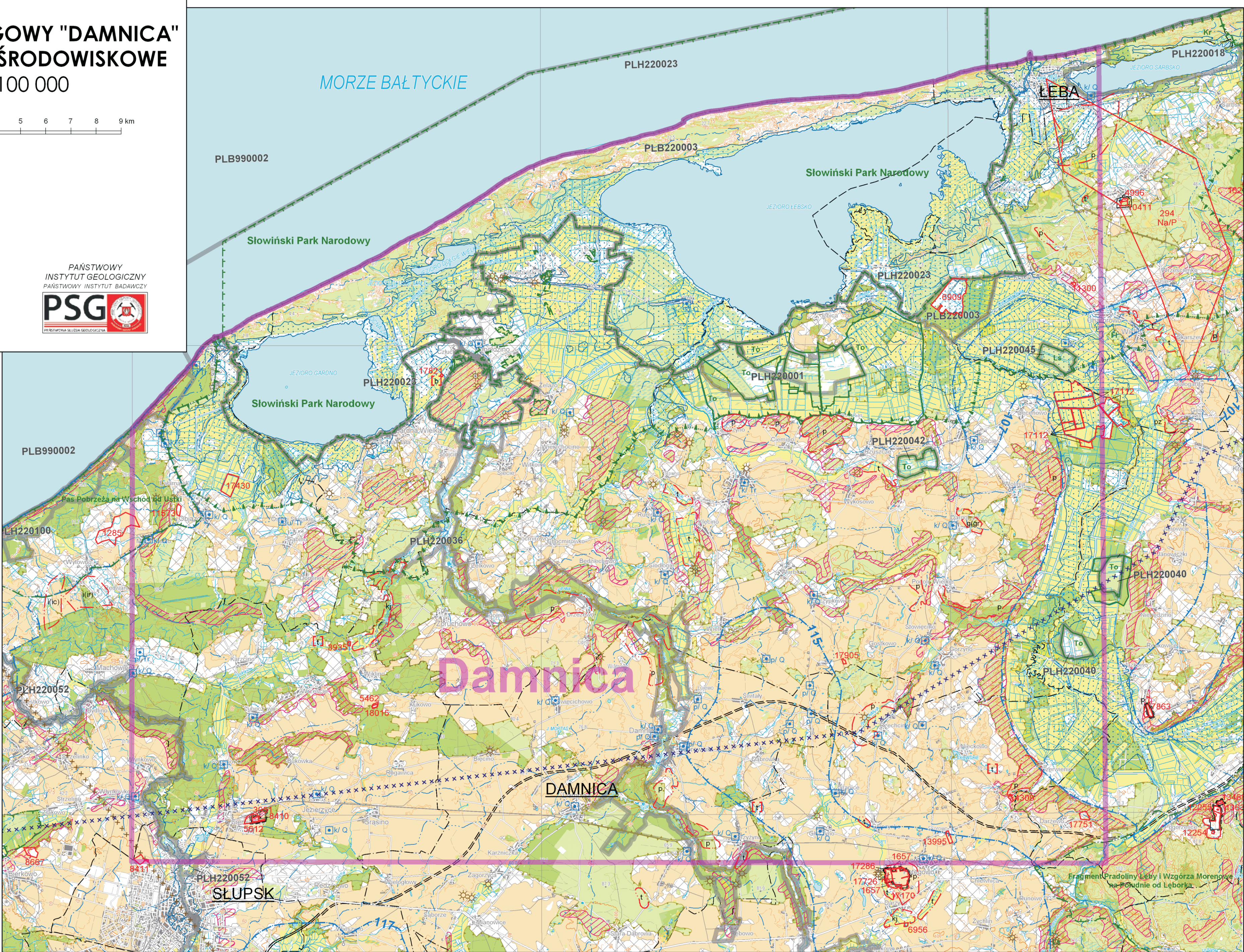
Figura 1.3A. Mapa środowiskowa obszaru „Damnica”.

Figura 1.3B. Objasnienia do mapy środowiskowej obszaru „Damnica”.

OBSZAR PRZETARGOWY "DAMNICA"
OGRANICZENIA ŚRODOWISKOWE
skala 1:100 000



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Opracowała:
Małgorzata Sikorska-Maykowska
Zestawienie danych
i redakcja komputerowa:
Monika Piotrowska

OBJAŚNIENIA DO MAPY OGRANICZEŃ ŚRODOWISKOWYCH
OBSZARU PRZETARGOWEGO "DAMNICA"
(opracowano na podstawie bazy MGŚP z zasobów PIG-PIB)

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

- 12254 identyfikator złoża z bazy MIDAS
- granica złoża
- — — granica obszaru prognostycznego
- · — · — granica obszaru perspektywicznego
- [t] obszar prognostyczny o powierzchni ≤ 5 ha (t - rodzaj kopaliny)

GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

- granica obszaru górniczego
- - - - - granica terenu górniczego
- Symbol kopaliny:
Na - sole kamienne
kj - kreda jeziorna i gytia
i(ic) - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej
g(gc) - gliny ceramiki budowlanej
pz - piaski i żwiry
p - piaski
t - torfy
b - bursztyny
- Symbol jednostki stratygraficznej:
Q - czwartorzęd
Tr - trzeciorzęd
P - perm

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

- ⦿ źródło
- k/ Q ujęcie wód podziemnych (k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujmowanych utworów)
- 115 — granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem
- · — · — granica strefy ochronnej "C" uzdrowiska
- · · · · obszary dolinne zagrożone podtopieniami

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

- ▨ warunki korzystne
- ▨ warunki niekorzystne, utrudniające budownictwo
- ▨ obszary predysponowane do występowania ruchów masowych
- obszary niewaloryzowane

OCHRONA PRZYRODY I KRAJOBRAZU

- grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)
- łąki na glebach pochodzenia organicznego
- lasy
- lasy ochronne
- granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyрекję Lasów Państwowych
- — — granica parku narodowego
- — · — · granica strefy ochronnej (otuliny) parku narodowego
- · — — granica obszaru chronionego krajobrazu
- · — · — granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego
- granica rezerwatu przyrody
(FI - florystyczny, Kr - krajobrazowy, Ls - leśny, To - torfowiskowy)
- Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, kod obszaru
- zespół przyrodniczo-krajobrazowy o powierzchni ≤ 5 ha
- ☀ zabytek archeologiczny

INFORMACJE DODATKOWE

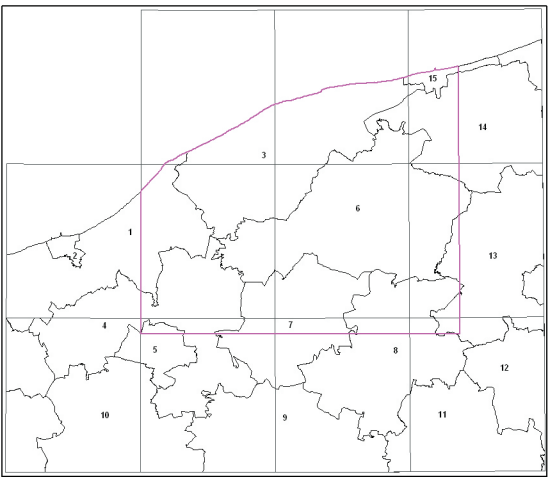
- — — granica powiatu
- · — — granica gminy, miasta
- == == == oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu
- = = = = oś projektowanej autostrady lub drogi szybkiego ruchu
- ▭ granica obszaru przetargowego
- × × × × × sieć gazociągów
- × × × × × sieć energetyczna

SŁUPSK siedziba urzędu gminy, miasta

Położenie obszaru przetargowego
na arkuszach 1:50 000



Położenie obszaru przetargowego
na tle podziału administracyjnego



woj. POMORSKIE
powiat słupski
1 - gm. Ustka
2 - m. Ustka
3 - gm. Smołdzino
4 - gm. Słupsk
5 - m. Słupsk
6 - gm. Głównicyce
7 - gm. Damnica
8 - gm. Potęgowo
9 - gm. Dębica Kaszubska
10 - gm. Kobylnica
powiat bytowski
11 - gm. Czarna Dąbrówka
powiat lęborski
12 - gm. Cewice
13 - gm. Nowa wieś Lęborska
14 - gm. Wicko
15 - gm. Łeba

2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

2. 1. KAMBR, ORDOWIK, SYLUR

2.1.1. STRATYGRAFIA I LITOLOGIA UTWORÓW NIZSZEGO PALEOZOIKU

Obszar Damnica położony jest w zachodniej części kratonu wschodnioeuropejskiego, w obrębie jednostki geologicznej zwanej obniżeniem bałtyckim (syneklizą perybałtycką), w zachodniej części wyniesienia Łeby, w obszarze lądowym. Utwory niższego paleozoiku występujące obecnie na obszarze Damnica stanowią część rozległej pokrywy osadowej, utworzonej w bałtyckiej części wczesnopaleozoicznego basenu bałtycko-podlasko-lubelskiego rozciągającego się wzdłuż południowo-zachodniej krawędzi paleokontynentu Bałtyki w niskich szerokościach geograficznych południowych.

Podłoże krystaliczne kratonu wschodnioeuropejskiego znajduje się tu na głębokości od około 3000 m na wschodzie obszaru (w otworze Łeba 8 – na głębokości 3332,2,5 m); jego strop zapada stopniowo ku południowemu-zachodowi, aby w okolicach Słupska, kilkadziesiąt km na zachód od zachodniej granicy obszaru osiągnąć głębokość ponad 5000 metrów. Pokrywę osadową tworzą, leżące płasko lub lekko zapadające ku SW kompleksy skalne od ediakaru po czwartorzęd. W obrębie wyróżnionych kompleksów stratygraficznych występują liczne przerwy sedimentacyjne i erozyjne o różnym zasięgu. W kierunku zachodnim utwory proterozoiku i niższego paleozoiku basenu bałtyckiego kontaktują wzdłuż uskoku strefy tektonicznej Teisseyre'a-Tornquista (TTZ) ze zdeformowanymi tektonicznie osadami tzw. strefy szwu transeuropejskiego (TESZ) i platformy paleozoicznej.

KAMBR

Pokrywę osadową na obszarze Damnica (np. otwory Smółdzino 1 i Łeba 8) rozpoczynają nierozdzielone biostratygraficznie utwory ediakaru i kambru dolnego, leżące z niezgodnością erozyjną na skałach krystalicznych i metamorficznych paleoproterozoiku lub mezoproterozoiku (Fig. 2.1). Kambr dolny, odpowiadający globalnym jednostkom: terenowowi i ~oddziałowi 2 (np. Paczeńska 2007, 2008) oraz kambr środkowy, odpowiadający ~oddziałowi 3 został nawiercony w obu wyżej wymienionych otworach. Obecność furongu (kambru górnego), została udokumentowana w obu wyżej wymienionych otworach wiertniczych. Rozpoczynającym sukcesję osadową na obszarze Damnica gruboklastycznym, lądowym osadom formacji żarnowieckiej/smółdzińskiej o niesprecyzowanym wieku (np. profil Smółdzino 1), na podstawie korelacji litostratygraficznej z identycznie litologicznie wykształconymi piaskowcami Nexö z Bornholmu, przypisuje się wiek późnoneoproterozoiczno-wczesnodolnokambryjski (Lendzion, 1983).

Ze względu na brak wskaźników biostratygraficznych utwory ediakaru pozostają we wszystkich profilach omawianego obszaru przetargowego i na obszarach sąsiednich nierozdzielone chronostratygraficznie od wyżej zalegających drobno-klastycznych utworów morskich dolnego kambru formacji klukowskiej (np. Paczeńska, 2011). Przypuszczalna, dolna granica kambru dolnego jest prowadzona na podstawie wyraźnych kryteriów litostratygraficznych. Leżące poniżej tej granicy zlepieńcowe i gruboziarniste utwory piaskowcowe reprezentują formację żarnowiecką/smółdzińską ediakaru.

Utwory ediakaru na obszarze przetargowym Damnica i obszarach sąsiednich są reprezentowane głównie przez gruboziarniste i średnioziarniste piaskowce z mniejszym udziałem piaskowców różno- i drobnoziarnistych. Rzadziej występują warstwy zlepieńców zbudowanych z otoczków kwarcu i skaleni podłoża krystalicznego, zupełnie podrzędnie pojawiają się mułowce. Utwory klastyczne ediakaru cechuje charakterystyczne zabarwienie, najczęściej pstre lub brunatne. Utwory ediakaru były deponowane w środowiskach lądowych, przede wszystkim rzek i strumieni roztokowych oraz stożków aluwialnych.

Dolny kambr jest reprezentowany przez osady piaskowcowo-mułowcowe, z wyraźną przewagą piaskowców w dolnej części sekwencji. Środkowy kambr cechuje dominacja iłowców i mułowców oraz heterolitów piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowych w dolnej części sukcesji oraz obecność piaskowców w jej górnej części. Furong jest reprezentowany głównie przez skały węglanowe, wykształcone jako wapienie organodetrytyczne z licznymi fragmentami trylobitów oraz wapienie krystaliczne typu sparytów i mikrosparytów, zawierające miejscami nieregularne wtrącenia i przerosty czarnych iłowców bitumicznych (Szymański, 2011). Innym rodzajem skał są kalcyklastyki, w tym: piaskowce kwarcowe i kwarcowo-glaukonitowe ze spoiwem węglanowym oraz charakterystyczne, czarne iłowce i mułowce bitumiczne. Kompleks skał furongu ułożony jest niezgodnie sedimentacyjnie na nierównej, rozmytej powierzchni stropowej piaskowców kambru środkowego i przykryty w stropie transgresywnymi zlepieńcami bazalnymi arenigu dolnego (pięter flo-daping).

Utwory dolnego i środkowego kambru reprezentują pierwszy, dolnopaleozoiczny cykl transgresywno-regresywny na całym obszarze basenu obniżenia bałtyckiego (Jaworowski, 1997) w tym na obszarze Damnica. Rozpoczyna się on na omawianym obszarze sedimentacją kontynentalnych zlepieńców i piaskowców gruboklastycznych, przechodzących ku górze w piaskowce drobnoziarniste, przewarstwiające się z mułowcami z bardzo licznymi skamieniałościami śladowymi, wskazującymi na morską genezę osadów. Są to utwory sformalizowanej **formacji smółdzińskiej** (Bednarczyk i Turnau-Morawska, 1975), Bednarczyk zwyczajowo nazywanej **formacją żarnowiecką** (np. Lendzion, 1983). Formacja smółdzińska/ żarnowiecka w górnej części sukcesji reprezentowanej przez osady morskie, odpowiada najniższej części dolnego kambru. Zalegająca wyżej **formacja klukowska** składa się w dolnej części z heterolitów piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowych oraz w górnej części z piaskowców różnoziarnistych i drobnoziarnistych z otoczkami kwarcu, skaleni i ziarnami glaukonitu. Profil litostratygraficzny dolnego kambru zamyka **formacja łebska**. Jest to kompleks przewarstwiających się piaskowców, mułowców i iłowców, niekiedy z dużą ilością glaukonitu. Intensywnie rozwijająca się w dolnym kambrze transgresja morska osiąga maksimum w najwyższych częściach profilu dolnokambryjskiego. W terminalnej części dolnego kambru pojawiają się płytkowodne środowiska sedimentacji, które wskazują na rozpoczęcie się regresywnej fazy zbiornika, stopniowo rozwijającej się w środkowym kambrze (Paczeńska, 2012).

Środkowokambryjski profil litostratygraficzny rozpoczyna formacja sarbska, reprezentowana przez utwory iłowcowe i mułowcowe, rzadko przewarstwiające się z piaskowcami. Nadleżała **formacja dębowska** jest reprezentowana przez piaskowce, przewarstwiające się z iłowcami i mułowcami oraz sporadycznie cienkimi wkładkami wapieni. Kolejną w sukcesji środkowokambryjskiej jest **formacja białogórska**. Są to piaskowce wapieniste z licznymi ziarnami glaukonitu i

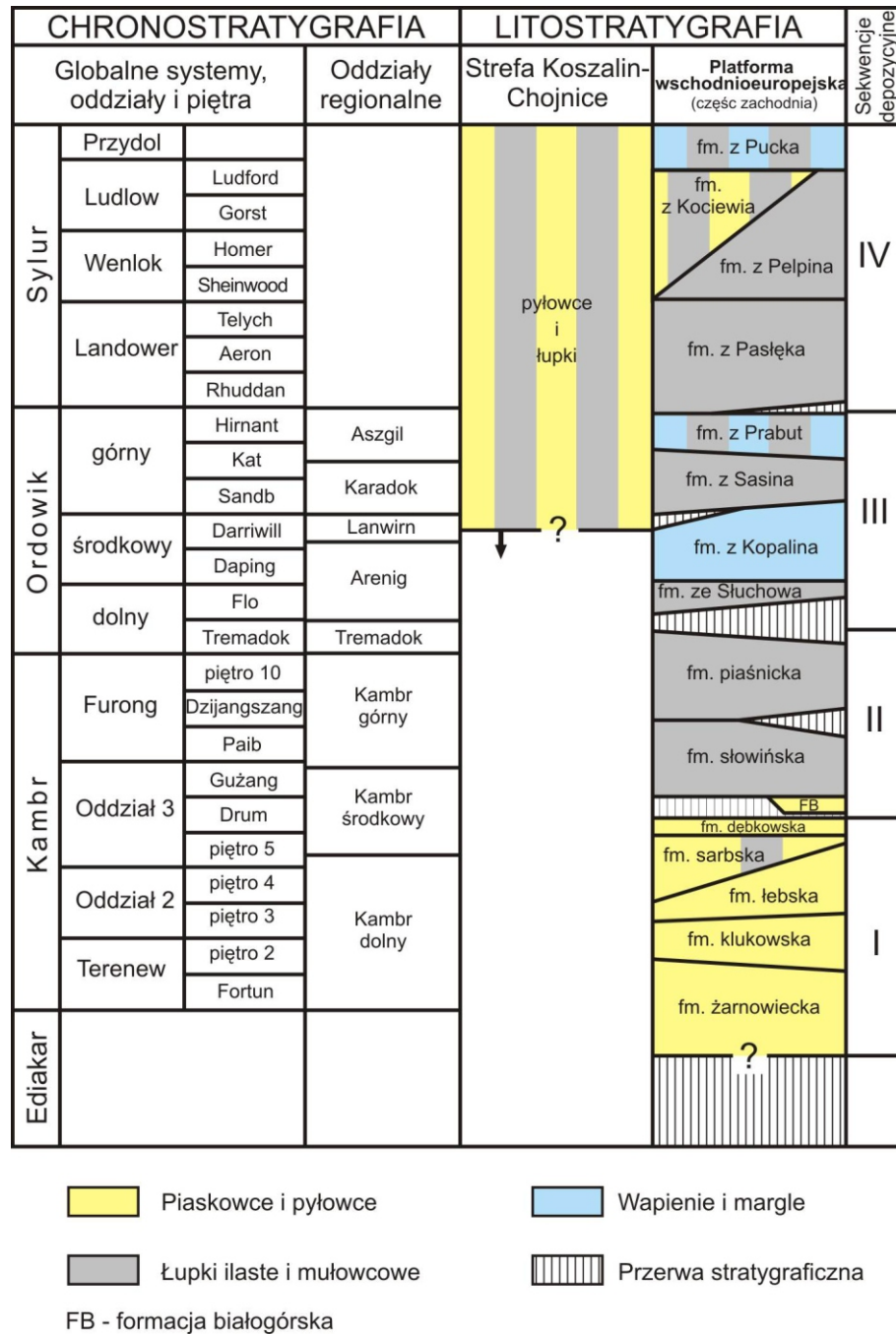


Figura 2.1. Tabela stratygraficzna niższego paleozoiku w rejonie zachodniej części obniżenia bałtyckiego i strefy Koszalin-Chojnice (Modliński i Podhalańska, 2010 zmienione; sekwencje depozycyjne wg. Jaworowskiego (2002)).

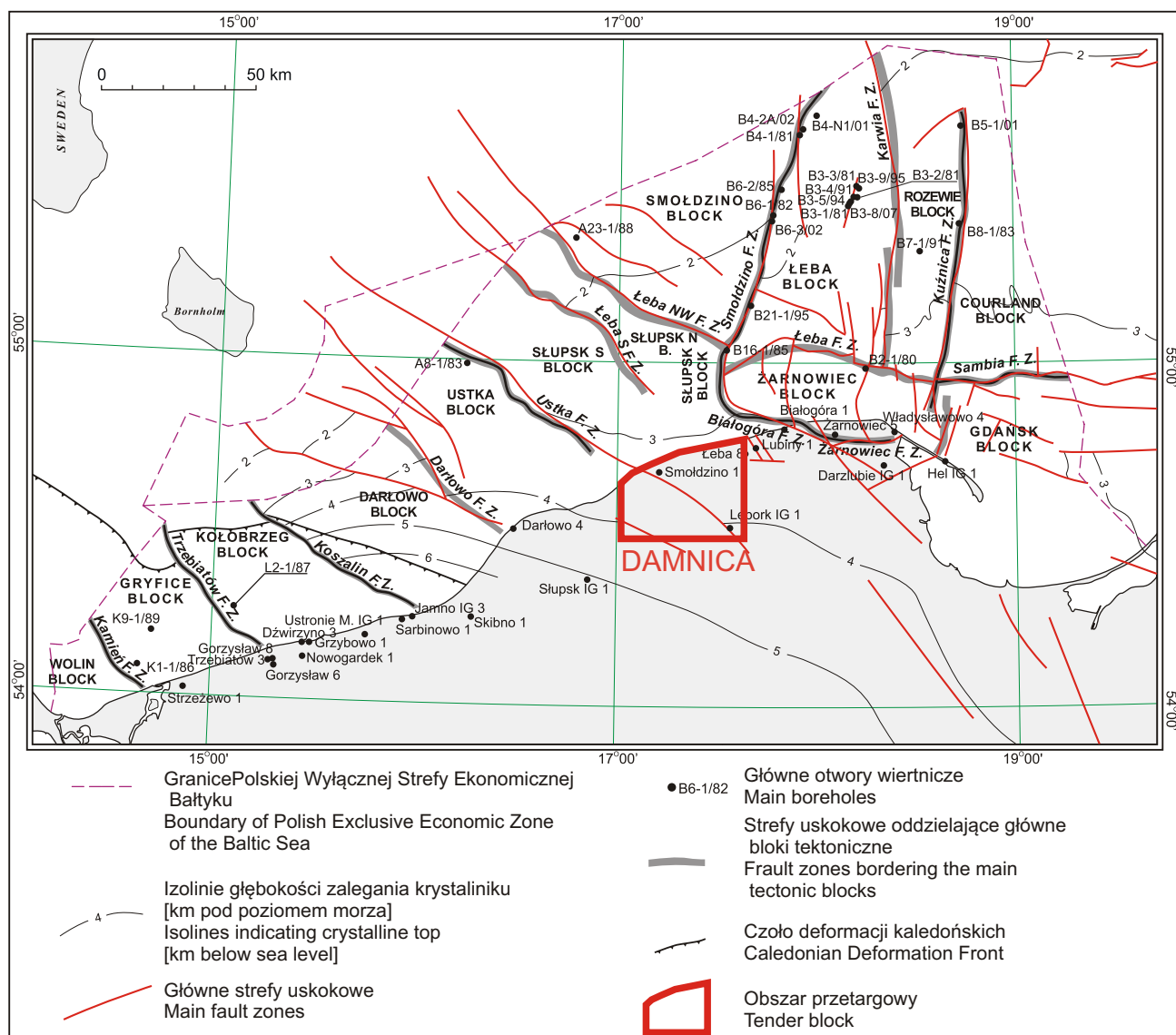


Figura 2.2. Schematyczna mapa, pokazująca główne bloki tektoniczne zachodniej części obniżenia bałtyckiego (wg Pokorski, 2010).

konkretnymi fosforytowymi. Formacja białogórska wraz z utworami furongu (górnego kambru) i tremadoku reprezentuje drugi cykl transgresywno-regresywny (Jaworowski, 1997). Utwory furongu (górnego kambru) są reprezentowane przez wapienie bitumiczne oraz wapienie organodetrytyczne, zawierające fragmenty trylobitów i ramienionogów. Wspomniane utwory obejmują **formację słowińską**. Sukcesję kambru zamyka **formacja piaśnicka**, którą budują charakterystyczne, czarne iłowce bitumiczne o bardzo wysokiej zawartości substancji organicznej, osadzone w głębszych częściach źle napowietrzanego zbiornika, w warunkach redukcyjnych.

Kambryjski basen obszaru Damnica stanowił niewielki fragment rozległej jednostki strukturalnej – obniżenia bałtyckiego, znajdując się w najbardziej zachodniej części tej jednostki strukturalnej. Oś basenu zachodniej części obniżenia bałtyckiego ma kierunek NE–SW. Na obszarze Damnica przewiercona całkowita miąższość utworów kambru, w zachodniej części obszaru w otworze wiertniczym Smołdzino 1 wynosi 505,0 m. W położonym we wschodniej części obszaru Damnica otworze wiertniczym Łeba 8, utwory kambru osiągają

miąższość 594,0 m. Strop utworów kambryjskich zalega na omawianym obszarze na maksymalnej głębokości 3400,0 m i zapada w kierunku południowym i południowo-zachodnim, w kierunku krawędzi kratonu wschodnioeuropejskiego.

Na obecny plan strukturalno-tektoniczny położonego w najbardziej zachodniej części obniżenia bałtyckiego obszaru Damnica, złożyły się efekty trzech etapów deformacji tektonicznych: synkaledońskich po sylurze, synwaryscyjskich przed permem i synalpejskich w wczesnym mezozoiku i późnym kenozoiku (Dadlez, 1993). W wyniku tych procesów część zachodnia i centralna obniżenia bałtyckiego oraz bezpośrednio przylegające do niej obszary lądowe, dzielą się na kilka bloków tektonicznych. Są to bloki: Słupska, Łeby, Gdańska, Żarnowca i Rozewia) oraz blok Kurlandii, oddzielone od siebie strefami dyslokacyjnymi (Fig. 2.2). Na zachód od utworów kambru, ordowiku i syluru obniżenia bałtyckiego, oddzielone strefą dyslokacyjną Teisseyre, a-Toernquista występują sfałdowane utwory niższego paleozoiku strefy Koszalin–Chojnice (Fig. 2.3).

Obszar Damnica znajduje się w najbardziej południowej, lądowej części struktury blokowej A – Słupsk i jest ograniczony



ORDOWIK

Najwyższą część ordowiku stanowią szare i zielonkawe margle i łowce margliste, czasem dolomityczne **formacji z Prabut**. Ich zasięg stratygraficzny obejmuje aszgil (górną kat i

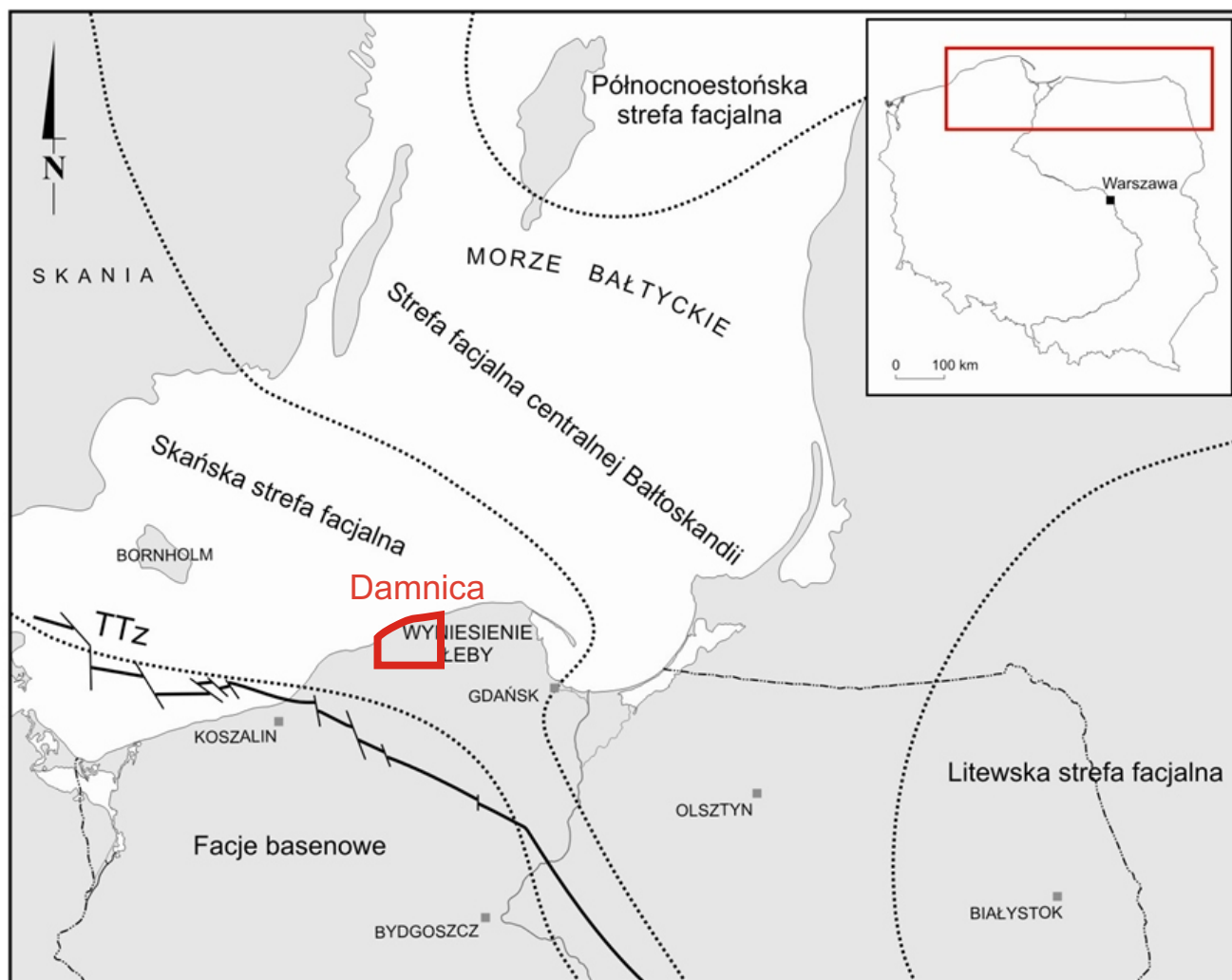


Figura 2.4. Strefy facjalne w ordowiku i sylurze w basenie bałtyckim (wg. Jaanussona, 1976), zmienione.

hirnant). Miąższość aszgilu oraz formacji z Prabut w profilu Łeba 8 wynosi 7,0 m. Utwory formacji reprezentują osad powstały, podobnie jak utworów formacji z Sasina w dystalnej części szelfu.

Miąższość ordowiku, od arenigu do aszgilu włącznie w otworze Łeba 8 wynosi 70,0 m i wzrasta w kierunku depocentrum w środkowej części Bałtyku. Udział materiału klastycznego w osadach wzrasta w kierunku południowo-zachodnim.

SYLUR

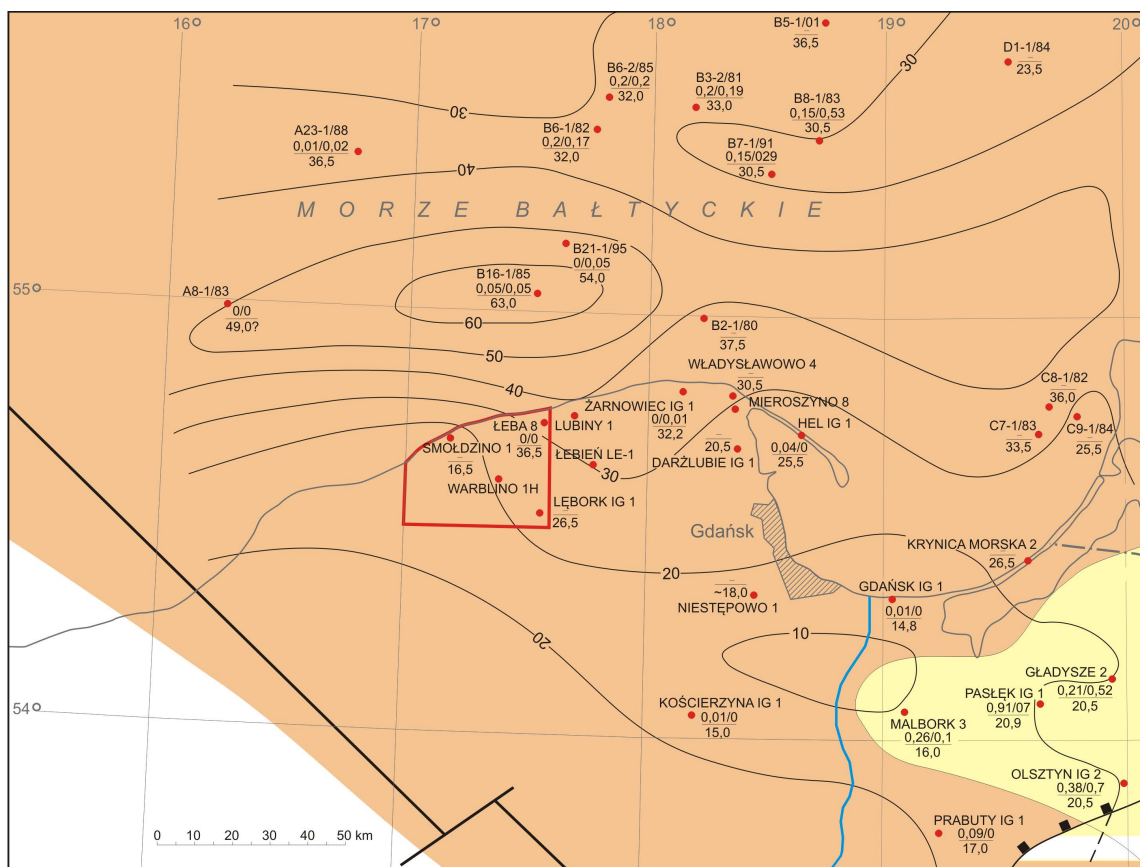
Sedymentacja utworów syluru na obszarze obniżenia bałtyckiego o podobnym jak w ordowiku rozkładzie stref facjalnych uwarunkowana była procesem fleksuralnego uginania zachodniej krawędzi kratonu wschodnio-europejskiego, zapoczątkowanym w późnym ordowiku a związanym z kolizją dwóch paleokontynentów: Baltiki i Awalonii (m.in. Lazauskiene, 2003, Poprawa, 2006a). Wczesny etap subsydencji fleksuralnej odpowiadający landowerowi i wenlokowi nie spowodował znacznego przyrostu miąższości osadów. Wzrost tempa akumulacji materiału terygenicznego przy zwiększającej się pojemności akomodacyjnej spowodowanej pograżaniem się brzegowej części kratonu

zaowocował depozycją grubej sukcesji osadowej ludlowu i przydolu o miąższości przekraczającej znacznie 1000 m (m.in. Modliński, 2010).

Sekwencja osadowa syluru na całym obszarze jest reprezentowana przez kompleks osadów silikoklastycznych o znacznej miąższości. Są to w większości skały drobnoklastyczne – mułowce i ilowce z cienkimi wkładkami pyłowców kwarcowych. Wszystkie te skały są często wapniste. Podrzędny udział przypada pojawiającym się w wyższej części syluru cienkim przewarstwieniom skał piroklastycznych (bentonity, tufity).

W otworze Łeba 8 utwory syluru odwiercono na głębokości 2646,0–714,5 m (miąższość 1931,5 m). Udokumentowano obecność landoweru, wenloku i ludlowu i przydolu. Na utworach syluru występują utwory permu–cechsztynu.

Zapis stratygraficzny syluru tworzą osady 7 formalnych jednostek litostratygraficznych. Część jednostek litostratygraficznych jest ograniczona regionalnymi powierzchniami nieciągłości sedymentacyjnych lub erozyjnych. Chronostratygrafia utworów syluru oparta jest na podziale biostratygraficznym graptolitowym. Najniższą jednostką litostratygraficzną występującą jest formacja ilowców z Pasłęka (Modliński i in., 2006).



MAPA LITOFACJALNO-PALEOMIĄŻSZOŚCIOWA KARADOKU

LITHOFACIES-PALEOTHICKNESS MAP OF CARADOC

1 : 2 000 000

RÓWCE 1 **Otwory wiertnicze: w liczniku wartość współczynnika W1 i W2, w mianowniku miąższość w m**

Boreholes: in numerator – W1 and W2 ratios, in denominator – thickness in m

— 20 — **Izopachyty w m**
Isopachs in m

— — — **Współczesny zasięg osadów karadoku**
Recent extent of Caradoc deposits

— T - T — **Rozłamy strefy Teisseyre’a-Tornquista**
Teisseyre-Tornquist Fault Zone

□ **Obszar bez akumulacji osadów**
Non-deposition area

▭ **Obszar przetargowy**

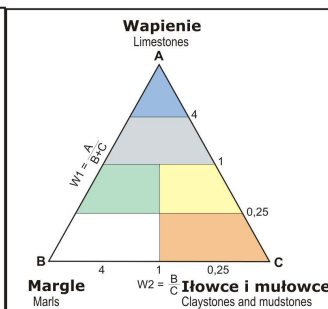


Figura 2.5. Fragment mapy litofacjalno-paleomiąższościowej karadoku (wg. Modliński i Szymański, 2010), zmienione.

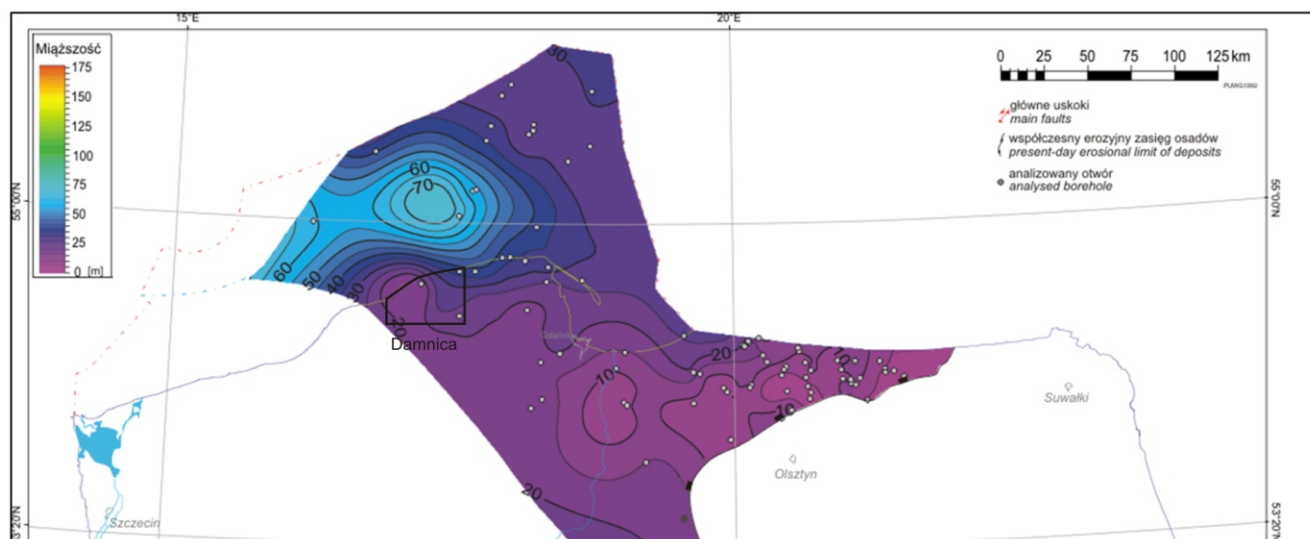


Figura 2.6. Fragment mapy miąższości formacji iłowców z Sasina w basenie bałtyckim w Polsce (zestawił A. Głuszyński w: Podhalańska i in., 2016a).

Formacja iłowców z Pasłęka graniczy w sposób ciągły lub z niewielką luką stratygraficzną (Podhalańska, 1980, 2009) z formacją z Prabut. Formację tę budują mułowce i iłowce czarne, szare i zielonawe. Zasięg osadów formacji obejmuje cały morski i lądowy obszar polskiego fragmentu obniżenia bałtyckiego a jej miąższość w otworze Łeba 8 wynosi 57,0 m.

W dolnej części formacji wzdłuż zachodniej krawędzi platformy wschodnioeuropejskiej wyróżnia się **ogniwo iłowców bitumicznych z Jantaru**. Ogniwo z Jantaru, stanowiące dolną część formacji z Pasłęka wykształcone jest, jako czarne bitumiczne łupki mułowcowe z fauną graptolitów. Ogniwo z Jantaru reprezentuje w cyklu transgresywno-regresywnym (T-R) utwory transgresywne przechodzące w utwory wysokiego stanu morza. Bogata fauna graptolitów pozwala na określenie wieku tych jednostek na piętra rhuddan i niższy aeron.

Ogniwo z Jantaru, ze względu na dużą zawartość węgla organicznego **stanowi jeden z najważniejszych horyzontów perspektywicznych dla występowania węglowodorów w skałach łupkowych**. Miąższość ogniwa z Jantaru zmienia się w obszarze bałtyckim od 0 m we wschodniej części obszaru, poprzez 5,7 m w otworze Żarnowiec IG 1, 18 m w otworze Kościerzyna IG 1 a w otworze Łębork IG 1 – 5,7 m (Podhalańska, 2015).

W wyższej części formacji z Pasłęka kontynuowana jest sedymentacja drobnoklastyczna w warunkach otwartego szelfu poniżej podstawy falowania a dominującym typem litologicznym są mułowce i iłowce szare i zielonkawe, miejscami wapniste z wkładkami węglanów. Wykształcenie litologiczne części formacji z Pasłęka powyżej ogniwa z Jantaru nie wskazuje na jej podwyższoną perspektywiczność.

Formacja iłowców z Pelplina

Seria mułowców/iłowców formacji jest rozprzestrzeniona na prawie całym obszarze polskiego fragmentu obniżenia bałtyckiego, jedyny wyjątek stanowi zachodnia część obszaru w rejonie Słupska, w którym sekwencja iłowców ulega wyklinowaniu. Miąższość formacji maksymalnie wynosić może około 400 m (profile Żarnowiec IG 1 i Prabuty IG 1; Modliński i in., 2006).

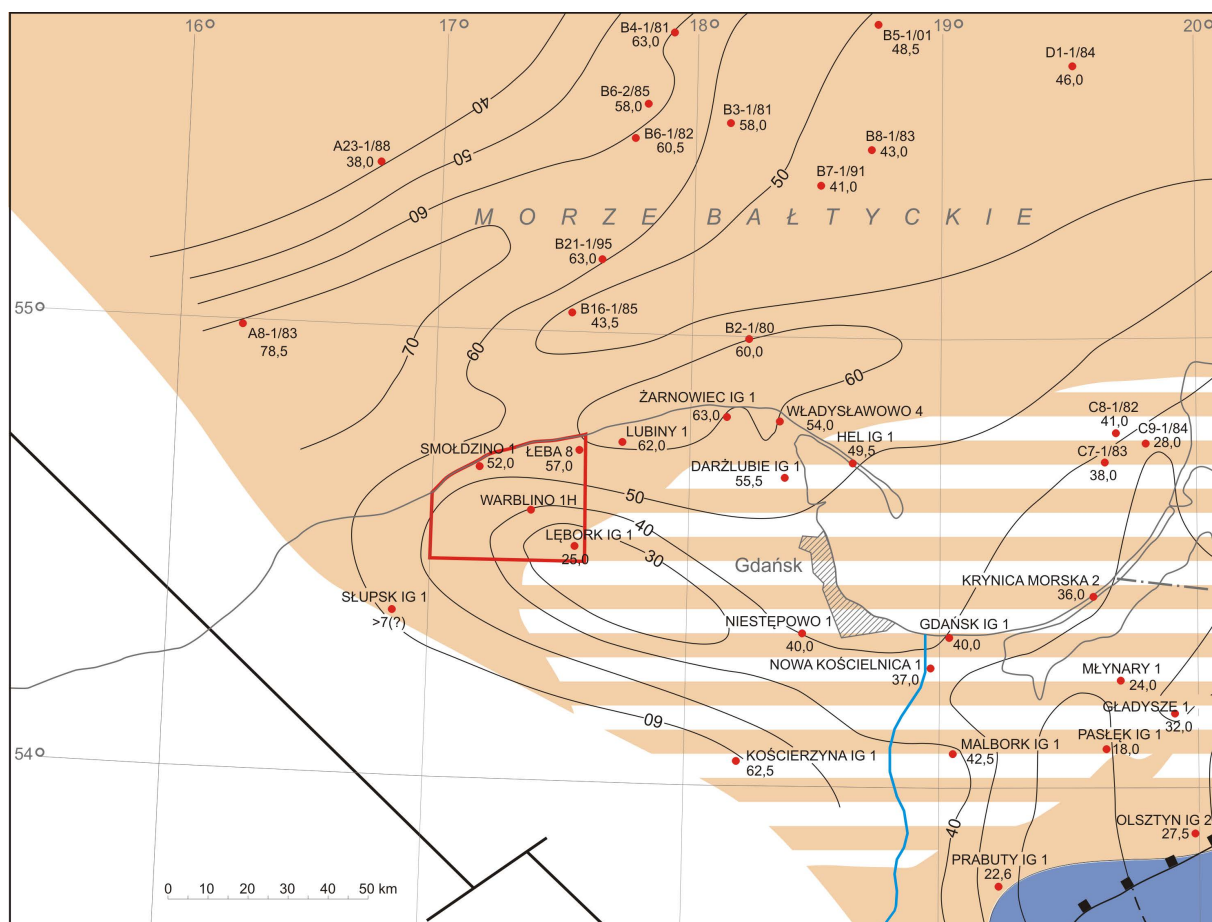
Dolna granica formacji z Pelplina odpowiada dolnej granicy wenloku. Górna granica jest heterochroniczna i przypada w różnych poziomach stratygraficznych wenloku lub ludlowu.

Zasięg formacji jak również jej miąższość zmienia się z zachodu na wschód: w profilu Kościerzyna IG 1 ogranicza się do osadów niższego wenloku, w profilu Gdańsk IG 1 obejmuje cały wenlok i gorst (niższy ludlow), w profilu Żarnowiec IG 1 od najniższego wenloku sięga aż do ludfordu – poziomu *Bohemograptus praecornutus* (Jaworowski, 2000).

Formacja z Pelplina wykształcona jest wyraźnie dwudzielnie: w niższej części jako mułowce/iłowce szare, ciemnoszare, z przewarstwieniami iłowców lub mułowców czarnych, miejscami wapnistych, z soczewkami wapieni marglistych, z różnorodną i bardzo liczną fauną graptolitów. Ta część formacji odpowiada najczęściej piętru sheinwood. Badania wskazują, że niższą część formacji można uznać za perspektywiczną (Karcz i Janas, 2016; Podhalańska i in., 2016b). Wyższa część formacji z Pelplina na obszarze bałtyckim to głównie iłowce szare i szarozielone, laminowane, bez graptolitów lub z niewielką ich ilością o mniejszym potencjale perspektywicznym.

W najdalej na zachód wysuniętych profilach jak Słupsk IG 1 (na zachód od obszaru „Darnica”) i w otworze Łębork IG 1 już w wenloku (Jaworowski, 2007) pojawiają się przeławienia pyłowców wyznaczając początek sedymentacji **formacji z Kociewia**. Formacja ta zawiera warstewki i laminy klastyków o grubszym ziarnie zwykle zawierających materiał węglanowy. Osady tej formacji powstały w czasie intensywnych ruchów wynoszących obszary źródłowe materiału okrucowego na zachód od obszaru brzeżnej części platformy wschodnioeuropejskiej. W profilach położonych dalej ku E, SE i NE formacja ta pojawia się stratygraficznie później, zwykle w ludlowie, ludfordzie. Mułowce i iłowce z przeławieniami pyłowców formacji z Kociewia, zawierają wkładki i soczewki węglanowe. Łupkowo-pyłowcowa formacja z Kociewia, dla której źródłem materiału klastycznego była pryzma akrecyjna związana z kolizją Baltiki i Awalonii uważana jest przez Jaworowskiego (op. cit.) za egzoflisz łupkowy. Zasięg formacji z Kociewia na obszarze zachodniej części obniżenia bałtyckiego obejmuje większą część ludlowu. Miąższość ludlowu w profilu Łeba 8 określana jest na około 1480 m (Modliński (red.), 2010).

W obrębie formacji z Kociewia występuje **ogniwo mułowców wapnistych Redy**. Jednostkę tę budują zwięzłe mułowce i pyłowce wapniste oraz szare i jasnoszare wapienie laminowane iłowcami/mułowcami z muskowitem. Ten kilku- do



MAPA LITOFACJALNO-PALEOMIĄSZSZOŚCIOWA LANDOWERU

LITHOFACIES-PALEOTHICKNESS MAP OF LLANDOVERY

1 : 2 000 000

RÓWCE 1 Otwory wiertnicze, miąższość w m
27,0 Boreholes, thickness in m

— 20 — Izopachyty w m
Isopachs in m

Współczesny zasięg osadów landoweru
Recent extent of Llandovery deposits

— T - T — Rozłamy strefy Teisseyre'a-Tornquista
Teisseyre-Tornquist Fault Zone

Obszar bez akumulacji osadów
Non-deposition area

Obszar przetargowy

Litofacja ilasta
Clay lithofacies

Litofacja marglisto-ilasta
Marl-clay lithofacies

Litofacja marglisto-dolomityczna
Marl-dolomite lithofacies

Litofacja ilasto-wapienna
Clay-limestone lithofacies

Litofacja wapienno-ilasta
Limestone-clay lithofacies

Figura 2.7. Fragment mapy litofacjalno-paleomiąższościowej landoweru (wg. Modliński i in., 2010a), zmienione.

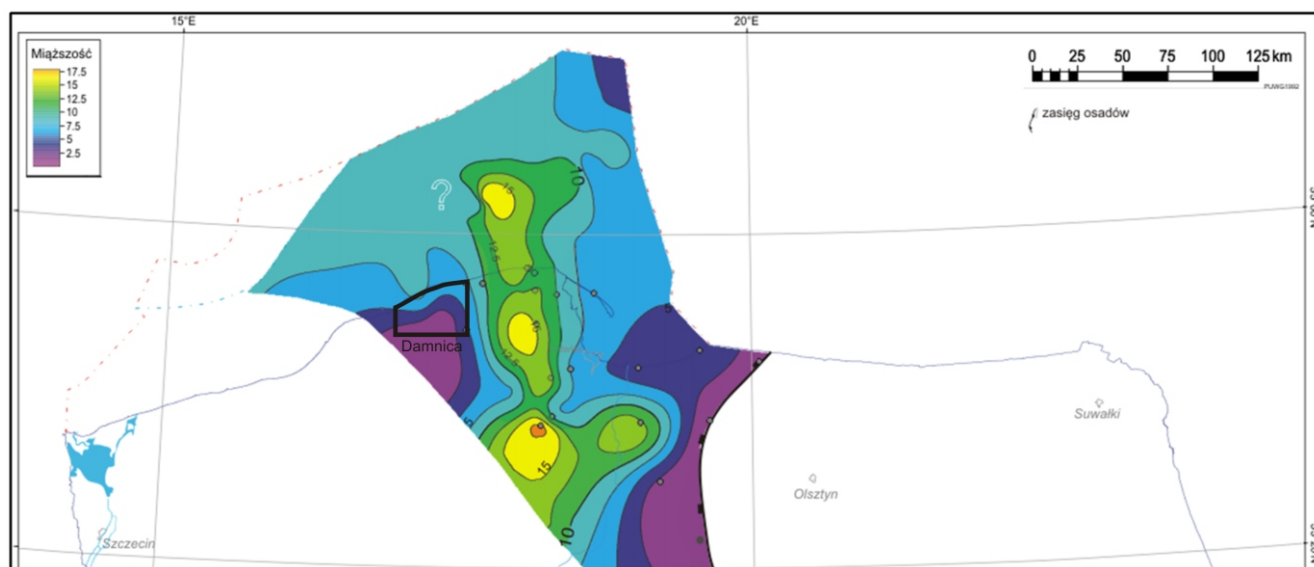


Figura 2.9. Mapa miąższości ognia iłowców bitumicznych z Jantaru w basenie bałtyckim w Polsce (zestawił A. Głuszyński w: Podhalańska i in. 2016a).

kilkunastometrowej miąższości interwał skalny w ludfordzie jest wyraźnie rozpoznawalny na krzywej PG i PNG ogromnej większości profili syluru obszaru platformy wschodnioeuropejskiej. Ognio to ma najprawdopodobniej charakter izochroniczny i może służyć celom korelacyjnym.

Powyżej sedimentacji grubszych silikoklastyków i kalciklastyków następuje powtórnie sedimentacja osadów mułowcowo-ilastych i wapnistych **formacji z Pucka**. Jednostka ta kończy sedimentację syluru. Jej miąższości, również duże, są często ograniczone późniejszą erozją. Formacja ta obejmuje swym zasięgiem głównie przydół i górny ludford. Miąższości przydołu, zwykle pierwotnie większe, wzrastają ku N części obszaru bałtyckiego osiągając największe miąższości, nawet powyżej 1000 m, w okolicach zatoki gdańskiej. W otworze Łeba 8 i na całym obszarze Damnica utwory wyższej części przydołu są zerodowane, miąższość przydołu określana jest we wspomnianym otworze na powyżej 265 m (Modliński (red.), 2010). Utwory ludlowu i przydołu, ze względu na duże miąższości oraz niskie wartości porowatości i przepuszczalności przy jednoczesnym braku przejawów macierzystości, można traktować jako pierwszy (pod solami cechsztynu) horyzont uszczelniający dla górnordowicko-dolnosylurskiego kompleksu perspektywnego.

2.1.2. EWOLUCJA GEOTEKTONICZNA BASENU DOLNOPALEOZOICZNEGO

Geneza basenu bałtyckiego związana jest z neoproterozoicznym rozpadem superkontynentu Rodinii/Pannotii (Poprawa i in., 1999; Jaworowski, 2002; Poprawa i Paczeńska, 2002, Jaworowski i Sikorska, 2003). W wyniku gwałtownej, syn-ryftowej subsyduencji (Poprawa i Paczeńska, 2002, Poprawa, 2006a) utworzyła się przestrzeń akomodacyjna wypełniana z początku osadami lądowymi należącymi do ediakaru i dolnego kambru. Były to osady stożków napyłowych i równi roztokowych i zalewowo-warstwowych (Jaworowski i Sikorska, 2003). We wczesnym kambrze nastąpiło przejście z depozycji w warunkach lądowych do depozycji w warunkach przejściowych aż po morskie (fm. klukowska, łebska). Sedimentacja silikoklastycznych osadów morskich kontynuowała się do

środkowego kambru (fm. sarbska i dębowska) i została zatrzymana regresją, której efektem jest niezgodność erozyjna w osadach środkowego kambru. Osady od ediakaru po środkowy kambr należą do I sekwencji depozycyjnej (*sensu* Jaworowski, 2002).

Późniejsza depozycja morskich osadów środkowo i górno-kambryjskich oraz osadów dolnego ordowiku (należących do II sekwencji depozycyjnej (Jaworowski, 2002) warunkowana była już dużo mniejszą subsyduencją termiczną na pasywnym brzegu kontynentu (Poprawa i in. 1999, Poprawa 2006a).

Na obszarze przetargowym „Damnica”, w wyniku erozji lub braku depozycji, miąższości skał II cyklu transgresywno-regresywnego są mocno ograniczone jedynie do osadów górno-kambryjskich. Są to niewielkiej miąższości iłowce i mułowce formacji z Piaśnicy).

Od środkowego/późnego ordowiku zmieniły się warunki geotektoniczne basenu bałtyckiego. W wyniku skośnej kolizji Avalonii i Baltiki obszar basenu bałtyckiego przestał należeć do pasywnego brzegu kontynentu a stał się zapadliskiem przedgórskim zbliżającego się orogenu (Poprawa i in. 1999, Poprawa i Paczeńska, 2002, Poprawa, 2006a). W wyniku fleksuralnego uginania skorupy Baltiki, w basenie miał miejsce systematyczny wzrost tempa subsyduencji osiągający swe maksimum w sylurze (ludlowie i przydołu; Poprawa i in., 1999, Modliński i in., 1999; Jaworowski, 2000, 2002; Poprawa 2006a). W trakcie depozycji osadów od środkowego ordowiku aż po jego koniec (III sekwencja depozycyjna *sensu* Jaworowski, 2002), tempo akomodacji nie było jednak jeszcze bardzo wysokie. Rozwinięcie basenu na krawędzi Baltiki uwarunkowało strefowy układ litofacjalny, z wzrastającym udziałem osadów klastycznych w kierunku zachodnim a osadów węglanowych w kierunku wschodnim (np. Modliński, 1968, Modliński i Podhalańska, 2010) w dalszym ciągu zaznaczały się wpływy zjawisk globalnych, jak na przykład eustatyczne zmiany poziomu morza związane z światowym ochłodzeniem klimatu w hirnancie (Podhalańska, 2009). Regresja na pograniczu ordowiku i syluru wyznaczyła erozyjną granicę pomiędzy III a IV (ostatnią) sekwencją depozycyjną w basenie bałtyckim. Warto jednak zaznaczyć iż w niektórych otworach na wyniesieniu Łeby występuje ciągle przejście

między utworami ordowiku i syluru (Tomczyk, 1990; Podhalańska, 2009).

W sylurze przesuujący się front kolizji kaledońskiej był głównym czynnikiem warunkującym depozycję osadów w basenie. Początkowo sedimentacja iłwców i mułwców (ogniwa z Jantar, formacji Pasłęka – Modliński i in., 2006) odbywała się w warunkach otwartego szelfu ale o ograniczonej dostawie natlenienia dna zbiornika morskiego. Przez cały landower (formacja z Pasłęka) jak i wenlok (formacja z Pelplina) natlenienie w basenie było zmienne jednak systematycznie wzrastała dostawa materiału silikoklastycznego rozszerzając strefę depozycji facji ilasto-mułkowców w kierunku wschodnim. Za obszar źródłowy materiału klastycznego uznaje się kaledońską pryzmę akrecyjną ułożoną wzdłuż strefy kolizji Baltiki i wschodniej Awalonii (Poprawa i in., 1999; Jaworowski, 2000; Jaworowski, 2002; Poprawa, 2006a). Osady syluru traktowane są jako egzoflisz (Jaworowski, 2000) deponowany w najbardziej dystalnych partiach basenu przedgórskiego przed formującym się orogenezem kaledońskim. Profil utworów dolnopaleozoicznych w basenie bałtyckim jest zredukowany (brak jest części lub całości utworów przydolu) w wyniku erozji związanej częściowo w izostatycznym wypiętrzaniem pokolizyjnym (Poprawa, 2006a).

2.2 PERM, MEZOZOIK, KENOZOIK

2.2.1. STRATYGRAFIA I LITOLOGIA

PERM

Czerwony/biały spągowiec

Obszar przetargowy Żarnowiec i zachodnia część obszaru przetargowego Damnica pokryte są silikoklastycznymi osadami białego i czerwonego spągowca występującymi bezpośrednio na utworach syluru. Osady te stanowią skrajną, północno-wschodnią część permiejskiego basenu Słupska (Pokorski, 1978) wypełnionego osadami formacji (warstw) darłowskiej (Pokorski, 1976). Powstanie basenu sedimentacyjnego Słupska wiązane jest głównie z silną erozją utworów syluru w permie, a nie z subsydują. Na obszarze Damnica osady te osiągają miąższość do ponad 50 m, natomiast na obszarze Żarnowiec osiągają miąższość kilku metrów (Fig. 2.10).

Osady te na południowy-zachód od obszaru Damnica występują w facji piaskowców eolicznych i jako takie mogą mieć potencjał zbiornikowy, jakkolwiek brak pułapek strukturalnych powoduje, że do tej pory nie znaleziono w nich złóż gazu lub ropy.

Południowo-zachodnia część obszaru Damnica może być również pokryta fragmentarycznie piaskowcami eolicznymi.

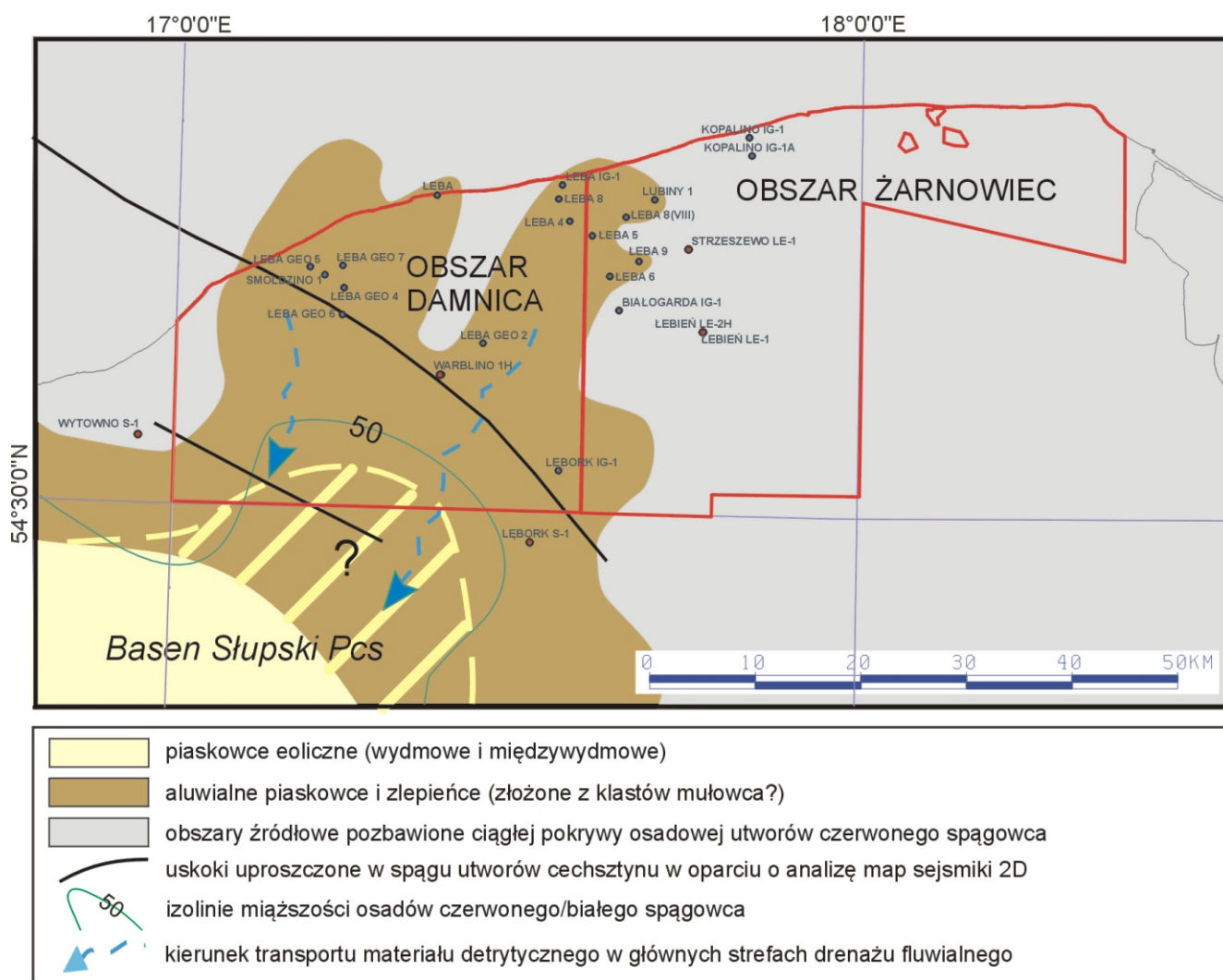


Figura 2.10. Występowanie nierozdzielonych osadów czerwonego/białego spągowca w obszarach przetargowych Damnica i Żarnowiec (Kiersnowski, materiały niepublikowane).

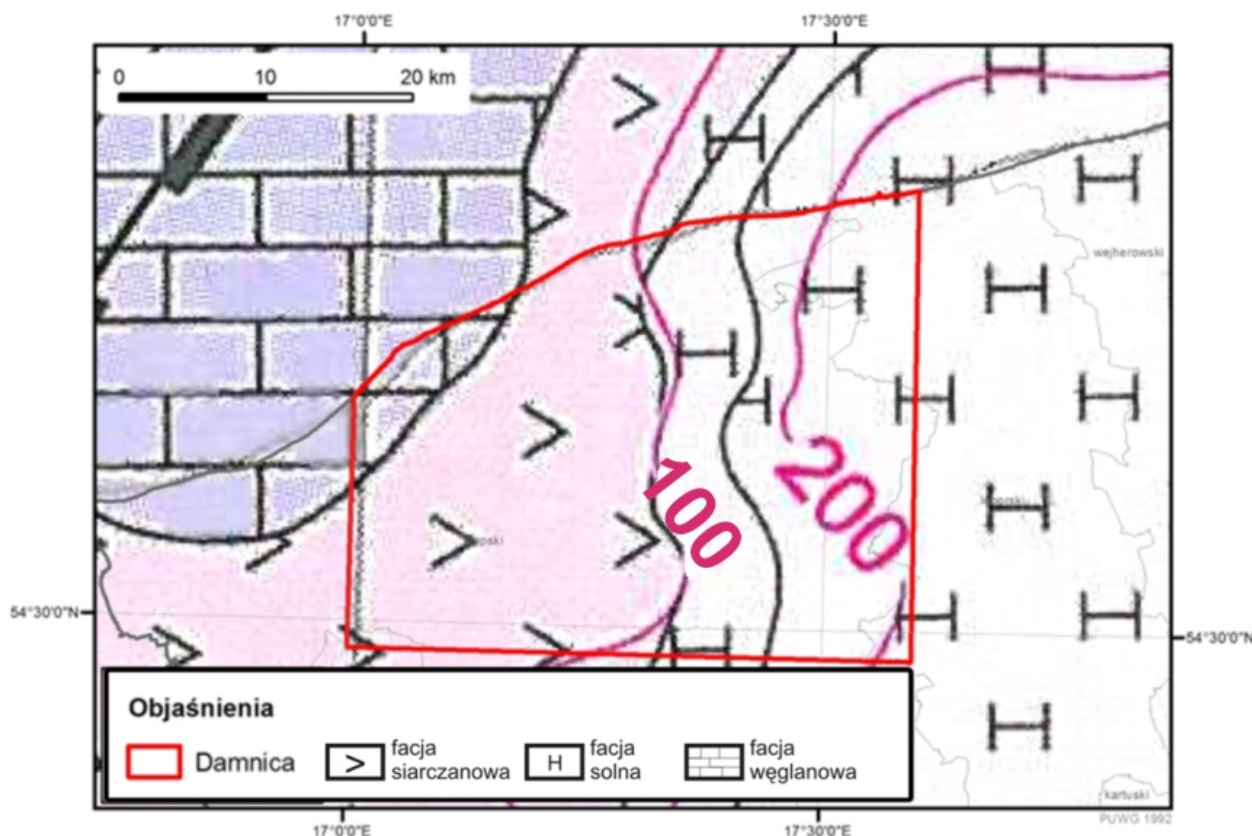


Figura 2.11. Paleogeografia cechsztynu PZ1 (wg Wagnera w: Dadlez, red., 1998).

Jednak brak wystarczających danych powoduje, że jest to tylko przypuszczenie. Ważne byłoby analizy profilu bezpośrednio podcechsztyńskiego z nowych wierceń Warblino 1H oraz Łębork S-1. Również wiercenia Wytowno S-1, Łebień LE-1 i Łebień LE-2H mogłyby uzupełnić informację o miąższości osadów znajdujących się pomiędzy spągami utworów cechsztynu a stropem utworów syluru, a w wypadku braku ich występowania dostarczyłyby informację o lokalizacji granicy zasięgu basenu Słupska.

Cechsztyń

W okresie poprzedzającym transgresję morza cechsztyńskiego omawiany obszar był w znacznym stopniu wyrównany. Utwory łupku miedzionośnego (o miąższości na ogół kilkudziesięciu cm) występują na całym obszarze, z wyjątkiem skrajnie zachodniej części i są reprezentowane przez litofacje płytszego szelfu z cienkimi przewarstwieniami terygenicznymi tempestatów oraz soczewkami pakstonów. Litofacje te powstały w warunkach dysaerobowych do aerobowych. Przejście w wapień cechsztyński jest stopniowe; wydaje się, że zmiana reżimu nastąpiła po fazie spłylenia, być może w związku z lepszą cyrkulacją wody morskiej lub obniżeniu redokskliny poniżej sztormowej podstawy falowania (Oszczepalski i Rydzewski, 1987, p. 202). W tym czasie w rejonie otworu Ustka IGH1, położonym na zachód od obszaru przetargowego, doszło do sedimentacji bioklastycznych wakstonów.

W otworze Ustka IGH1 stwierdzono obecność facji platformy węglanowej (Peryt i in., 1992), której południowa krawędź – jak wynika z rekonstrukcji paleogeograficznej – ciągnęła się wzdłuż obecnego brzegu Morza Bałtyckiego. Znaczna część – w zasadzie wschodnia – obszaru przetargowego to strefa skłonu platformy, cechująca się

miąższością powyżej 10 m oraz znacznym udziałem facji bioklastycznych (np. Wichrowska, 2015). W południowo-wschodniej części obszaru przetargowego panowały – w trakcie depozycji wapienia cechsztyńskiego – warunki typowe dla środkowej części zbiornika (Piątkowski, 1980). Podobnie jak w innych częściach zbiornika cechsztyńskiego, występują tu wyraźne cykle: w dolnej części są to madstony, w górnej zaś – onkoidowe pakstony oraz stromatolity, a miąższość wynosi do 10 m. Utwory te powstały w środowisku podpływowym. W najwyższej części wapienia cechsztyńskiego występują stromatolity powstałe w strefie nadpływowej (Peryt i Piątkowski, 1977).

Utwory ewaporatowe cyklu PZ1 w zachodniej części obszaru przetargowego mają miąższość nie przekraczającą 100 m. Miąższość rośnie ku wschodowi i blisko wschodniej jego granicy przekracza 200 m (Fig. 2.11). W trakcie depozycji anhydrytu dolnego brzeg zbiornika sedimentacyjnego przebiegał wzdłuż zachodniej granicy obszaru przetargowego, wykazując przy tym lekkie odchylenie na SE (Peryt i in., 1992; Fig. 2.11). Miąższość anhydrytu dolnego na ogół wynosi poniżej 50 m, z wyjątkiem północno-środkowej części obszaru przetargowego, gdzie w otworze Łeba Geo 4 miąższość anhydrytu dolnego wynosi 66,0 m, oraz części północno-wschodniej, gdzie miąższość miejscami przekracza 100 m. Litofacją charakterystyczną dla dolnej części anhydrytu dolnego jest anhydryt gruzłowy. Bardzo rzadko jego miejsce jest zajęte przez anhydryt zrekrystalizowany (najprawdopodobniej jest to zrekrystalizowany anhydryt gruzłowy), rzadko z pseudomorfozami po kryształach selenitu, albo też przez anhydryt laminowany. W sekwencjach anhydrytu dolnego o niewielkiej miąższości anhydryt gruzłowy tworzy cienie przewarstwienia w obrębie anhydrytu laminowanego.

Anhydryt gruzłowy jest osadem poligenicznym, powstałym w różnym czasie (Peryt, 1991, 1994; Peryt i in., 1992). Anhydryt warstwowy występuje na całym obszarze powyżej anhydrytu gruzłowego i buduje większą część dolnej partii anhydrytu dolnego. W sekwencji pionowej obserwuje się wyraźne następstwo: powyżej anhydrytu gruzłowego występuje anhydryt warstwowy smużyście, następnie warstwowanie staje się stopniowo coraz bardziej regularne i – w wypadku cienkich sekwencji anhydrytu dolnego – po anhydrylicie warstwowanym następuje anhydryt laminowany. W sekwencjach anhydrytu dolnego o dużej miąższości powyżej anhydrytu regularnie warstwowanego następuje anhydryt warstwowy z częstymi pseudomorfozami po kryształach selenitu. Anhydryt laminowany występuje na całym badanym obszarze, chociaż częsty jest w cienkich profilach anhydrytu dolnego (Peryt, 1991, 1994; Peryt i in., 1992).

Utwory anhydrytu dolnego na obszarze położonym wzdłuż brzegu zbiornika oraz w NE części obszaru przetargowego powstały głównie w środowisku płytkiej saliny. Na pozostałej części panowały warunki typowe dla płytkiej saliny (na zachodzie) oraz głębokiego basenu (na wschodzie; Peryt, 2015). W basenach sekwencja jest na ogół wyraźnie transgresywna, natomiast w otworze Lębork IG1 jest ona słabo wyrażona; mogą na nią wskazywać anhydryty silnie zrekrytalizowane (interpretowane jako pierwotnie anhydryty gruzłowe) w najniższej części profilu oraz anhydryty warstwowane w górnej części, powstałe najprawdopodobniej w środowisku głębszym niż anhydryty masywne z pseudomorfozami po kryształach selenitowych (Peryt, 2015). Fakt odmiennego wykształcenia anhydrytu dolnego w otworze Lębork IG1 niż to się na ogół obserwuje w sekwencjach basenowych wynika ze specyfiki rejonu, w którym głęboki basen sąsiadował z głębokimi salinami, a płytkie saliny – położone w NE części obszaru przetargowego – nie były źródłem materiału ulegającego następnie redepozycji.

Zasięg utworów najstarszej soli kamiennej jest nieco mniejszy niż zasięg anhydrytu dolnego i przebiega w przybliżeniu południkowo na zachód od otworu Łeba Geo 4. Południkowy układ mają także w zasadzie izopachyty; wyjątkiem jest NE część obszaru przetargowego, gdzie na obszarze platformy siarczanowej anhydrytu dolnego trwało – na początku sedymentacji najstarszej soli kamiennej – środowisko saliny, a także środkowo-zachodnia część obszaru przetargowego, na zachód od otworu Białogarda IG1, gdzie zwiększone wartości izopachyt (do 200 m) mają zdecydowanie równoleżnikowy układ (por. Peryt i in., 1992; Fig. 2.11). W otworze Lębork IG1 miąższość najstarszej soli kamiennej wynosi 151,1 m (Czapowski i Tomassi-Morawiec, 1985; 2015).

Na podstawie cech strukturalnych i geochemicznych utworów solnych w rejonie Zatoki Puckiej wyróżniono kilka litofacji chlorkowych, odpowiadających różnym typom środowisk sedymentacyjnych (Czapowski, 1983, 1987, 1998; Czapowski i in., 1990): sól równokrystaliczną (A), różnokrystaliczną (B) i wielokrystaliczną (C). Fację głębokiego otwartego basenu solnego cechuje częste występowanie pierwotnej soli warstwowej typu C, rytmików solnych oraz pełnych cykli solnych typu A + B + C bądź skróconych A+C oraz – w końcowej fazie rozwoju – przewarstwień soli potasowo-magnezowych. Fację płytkich, otwartych lub częściowo ograniczonych basenów solnych cechuje niższy udział rytmików, soli typu C i cykli pełnych, przeważają natomiast różne typy cykli skróconych dwuskładnikowych. Fację lagun i panwi solnych cechują skrócone cykle sedymentacyjne z częstym pojawieniem się wtórnego halitu typu D. Z utworami facji lagun i panwi solnych przewarstwiają się osady facji płycizn siarczanowo-solnych. Dominującym

elementem są w nich serie anhydrytów, na przemian poziomo i faliście laminowanych bądź gruzłowych, z licznymi pseudomorfozami po kryształach selenitu. Cienkie przewarstwienia pakietów solnych w tych seriach są złożone z soli różnokrystalicznych, z obfitą domieszką anhydrytu w formie smugi gruzłów (Czapowski, 1987).

Morfologię basenu sedymentacyjnego w momencie rozpoczęcia akumulacji chlorków determinował charakter sedymentacji utworów anhydrytu dolnego. Elewacje dna zbiornika, uformowane podczas sedymentacji anhydrytu dolnego, były obramowane płyciznami siarczanowo-solnymi, w których obrębie rozwinęły się niewielkie laguny solne. Obraz paleogeograficzno-facjalny pod koniec sedymentacji chlorków jest w dużym stopniu zbieżny z obrazem początku akumulacji soli, przy czym nastąpiło spłylenie i większa izolacja dawnych lagun solnych bądź częściowo zamkniętych basenów i ich przemiana w panwie solne. Również dawne obszary lagun solnych, obramowujących pas płycizn i wyniesień w rejonie Zatoki Puckiej oraz ładu w okolicach Łeby–Słupska zamienił się w zespoły płycizn siarczanowo-solnych.

Przedstawiony obraz zmian stosunków facjalnych i paleogeografii basenu solnego odpowiada modelowi ewolucji zbiornika ewaporacyjnego od typu głęboki basen – głęboka woda do typu płytki basen – płytka woda (Kendall, 1984). Szacowana maksymalna głębokość zbiornika w rejonie Zatoki Puckiej wynosiła ponad 120 m, natomiast pod koniec sedymentacji chlorków w obrębie lagun nie przekraczała zapewne kilka metrów (Czapowski, 1983, 1987; Peryt i in., 1992).

W trakcie depozycji anhydrytu górnego – którego zasięg jest większy w porównaniu ze wcześniejszymi utworami ewaporatowymi cechsztynu – na obszarze syneklizy perybałtyckiej wydzieliła się cztery strefy (Peryt, 1990); trzy z nich (I–III) są reprezentowane na obszarze przetargowym. Na obszarze przetargowym zarówno przebieg izopachyt, jak i granice między wydzielonymi strefami, mają kierunek SW–NE. Strefa I – udokumentowana otworem Ustka IGH1 i występująca w NW narożu obszaru – to strefa sebhry, strefa II – reprezentuje obszar zazębiających się wpływów kontynentalnych i bardzo płytkich lagun, strefa III – to obszar o wyraźnej dominacji warunków lagunowych i stosunkowo małych wpływach kontynentalnych. Otwór Lębork IG1 jest położony w strefie III, najprawdopodobniej blisko jej granicy ze strefą II (Peryt i in., 1992; Peryt, 2015). Dominacja osadów przybrzeżnej sebhry w dolnej części anhydrytu górnego w peryferycznej części zbiornika i przewaga utworów powstałych w środowisku subakwalnym w części górnej jest odzwierciedleniem transgresywnego charakteru anhydrytu górnego. Skupienia zielonego materiału ilasto-dolomitowego w anhydrytach przekrytalizowanych w najwyższej części anhydrytu górnego są interpretowane jako wypełnienia porów powstałych w rezultacie skrasowienia, jakie nastąpiło w rezultacie znacznego obniżenia poziomu morza u schyłku depozycji cyklu PZ1. Podobnie wyrażone skrasowienie stropowej części anhydrytu górnego stwierdzono w rejonie Zatoki Puckiej (Peryt, 1986, 1990, 2015; Peryt i in., 1992). Powyżej tego skrasowiałego kompleksu występują utwory dolomitu płytowego; na obszarze przetargowym brak jest utworów PZ2.

Utwory dolomitu płytowego występują wyłącznie w SE części obszaru przetargowego (Gaśiewicz, 1990) i są reprezentowane przez dolomity (u dołu) i wapienie (u góry) o małej miąższości (3,5 m w otworze Lębork IG1 – Wichrowska, 2015). Mikrolitofacje: organodetrytyczna i mułowo-mikrobiałna, stwierdzone w tych utworach, są właściwe dla brzeżnej facji basenowej. Są one przykryte szczątkowo zachowanym profilem anhydrytu głównego (0,9 m), który jest wyraźnie

dwudzieli (w dolnej części – laminowany, natomiast w części górnej – przekryształizowany (Peryt, 2015).

JURA

Na obszarze przetargowym Damnica utwory jurajskie nie występują.

KREDA

Obszar przetargowy Damnica zlokalizowany jest w obrębie jednostki strukturalno-tektonicznej, jaką jest wyniesienie Łęby (w obrębie monokliny mazursko-podlaskiej). Na obszarze tym występują wyłącznie skały kredy górnej. Leżą one na skałach triasu, zatem luka stratygraficzna jest tu bardzo duża i obejmuje całą kredę dolną i jurę, a także na większości obszaru trias górny i środkowy.

Mięszkość utworów kredy waha się w granicach od 115 m w otworze Łęba 5 do prawie 300 m (286,5 m w otworze Łębork IG 1 – Leszczyński i Jaskowiak-Schoeneichowa, 2015) na południu obszaru przetargowego (Tab. 2.1.). Wzrost miąższości następuje generalnie od północy ku południowi. Górna granica sukcesji kredowej jest powierzchnią erozyjną.

Kreda górna reprezentowana jest przez wszystkie piętra począwszy od cenomanu po mastrycht. Skały kredy na omawianym obszarze są bardzo ubogie w skamieniałości, a szczególnie dotyczy to makrofauny. Jednakże znaczna ilość otworów wiertniczych na obszarach sąsiednich umożliwiła wyznaczenie granic chronostratygraficznych na podstawie korelacji pomiędzy otworami, opierając się przede wszystkim na podobieństwach litologicznych i miąższościowych oraz charakterystyce petrofizycznej skał, przy wsparciu badań makro- i mikrofaunistycznych, przede wszystkim otwornic i inoceramów.

Na obszarze przetargowym Damnica w późnej kredzie miała miejsce sedymentacja utworów silikoklastycznych, silikoklastyczno-węglanowych i węglanowo-krzemionkowych (gezy) deponowanych na szelfie w marginalnej strefie epikontynentalnego basenu morskiego zdominowanej przez znaczną dostawę materiału klastycznego z północy i północnego wschodu z obszaru ładu tarczy bałtyckiej (Leszczyński, 2010). Profil górnej kredy rozpoczynają utwory cenomanu o miąższości od 52 do 72 metrów.

Cenoman budują piaskowce kwarcowo-glaukonitowe drobnoziarniste podrzędnie z cienkimi wkładkami piaskowców o spoiwie kalcytowo-ilastym lub kalcytowo-fosforanowym, oraz mułowców. Lokalnie w środkowej części profilu występują mułki piaszczyste z przewarstwieniami piaskowców. Piaski te

zawierają konkrecje fosforytów oraz muskowi. Barwa tych utworów jest szaro-zielonawa.

W otworze Łębork IG 1 w spągu cenomanu stwierdzono 5 cm warstewkę transgresywnego zlepieńca podstawowego złożonego z bardzo licznych konkrecji fosforytowych oraz żwiru kwarcowego, tkwiących w piaskowcu drobnoziarnistym.

Turon – koniak dolny ma miąższość od 63 do 99 metrów. Interwał ten reprezentowany jest przez ciemnoszare i szarozielone ilowce margliste, mułowce, mułki ilaste i ilowce mułowcowe, oraz mułowce i mułki piaszczyste. Skały te zawierają glaukonit i mikę. W najwyższej części w otworze Łębork IG 1 występuje seria piaszczysta o miąższości 14 m.

Koniak górny osiąga miąższość do 32 m w otworze Łębork IG 1. Utwory te występują na całym obszarze przetargowym Damnica oprócz otworów Łęba 5 i Smółdino 1. Profil budują piaski kwarcowe bardzo drobnoziarniste, margliste, mulaste z glaukonitem i miką, szare i szarozielone.

Santon ma miąższość do 42 m w otworze Łębork IG 1. Profil reprezentowany jest w dalszym ciągu przez utwory piaszczyste – piaski kwarcowo-glaukonitowe drobnoziarniste, szarozielone z nieznaczną zawartością węgla wapnia. W skrajnie północnej części obszaru przetargowego lokalnie utwory santonu nie występują wskutek późniejszej erozji.

Kampan o miąższości do 63 m (Łębork IG 1) występuje na większości obszaru oprócz części północnej. Górna granica jest granicą erozyjną, a najwyższe partie profilu kampanu zostały zerodowane. Najlepiej poznany profil kampanu występuje w otworze Łębork IG 1. W spągu są to piaskowce kwarcowo-glaukonitowe, od gruboziarnistych, po drobno- lub różnoziarniste, o spoiwie ilasto-węglanowym lub marglisto-fosforanowym, zawierające drobny żwirek kwarcowy i fosforyty. Miąższość ich wynosi 2,5 m. Ku górze piaskowce przechodzą w piaski bardzo drobnoziarniste i drobnoziarniste, kwarcowo-glaukonitowe. Pozostałą część profilu stanowią gezy wapniste z wkładkami margli.

Przypuszczalne utwory mastrychtu znane są jedynie z otworu Łęba geo 7. Występują tu 20 metrowej miąższości gezy piaszczyste i piaszczysto-glaukonitowe. Na pozostałym obszarze mastrycht nie występuje. Jego pierwotna, prawdopodobnie cienka pokrywa, została usunięta wskutek erozji.

W obrębie sekwencji górnokredowej obszaru przetargowego Damnica nie stwierdza się istnienia tektoniki nieciągłej. Upady warstw są bliskie 0°.

W rejonie otworów Łęba 5 i Smółdino 1 występuje głęboko wcięta dolina reliefu powierzchni podkenozoicznej gdzie najmłodszymi utworami kredy są skały turonu.

Tabela 2.1. Porównanie miąższości (w metrach) pięter kredy górnej w otworach Łęba geo 5, Łęba geo 7, Łęba IG 1 i Łębork IG 1

Chronostratygrafia	Otwór wiertniczy			
	Łęba geo 5	Łęba geo 7	Łęba IG 1	Łębork IG 1
Mastrycht	–	20,0	–	–
Kampan	–	–	–	63,0
Santon	–	13,5	–	42,0
Koniak górny	–	21,5	22,5	32,0
Koniak dolny–turon	63,0	93,0	84,0	87,0
Cenoman	52,0	57,0	62,0	62,5
Kreda górna	115,0	205,0	168,5	286,5

KENOZOIK

Na obszarze Damnica występują osady paleogenu (paleocen, eocen, oligocen) oraz osady neogenu (miocen i pliocen). Profil stratygraficzny nie jest jednak ciągły i zawiera kilka istotnych luk stratygraficznych. Najpełniejszy profil tych osadów występuje południowo-zachodniej części obszaru, leżącej najbliżej osi synklinorium pomorskiego.

Najstarszymi osadami kenozoicznymi są osady **paleocenu** dolnego (danu) zaliczane do formacji puławskiej, zachowane jedynie w południowo-zachodniej części obszaru w pobliżu osiowej części synklinorium pomorskiego (Jaskowiak-Schoeneichowa i Krassowska, 1988). Osady te występują w ciągłości sedymentacyjnej z niżej ległymi osadami mastrychtu. W płytszej, wschodniej części syneklizy pomorskiej, dość daleko od osi struktury i w pobliżu granic wyniesienia Łeby, gdzie jest usytuowany omawiany rejon, osady formacji puławskiej są znacznie zredukowane. Utwory formacji puławskiej są wykształcone w płytkomorskich facjach szelfowych i są generalnie wykształcone na tym obszarze w postaci geiz piaszczystych i piaszczysto-marglistych.

Utwory **eocenu**, obejmujące najwyższą część eocenu środkowego (barton) i eocen górny (priabon), występują niemal na całym omawianym obszarze i zalegają niezgodnie na utworach formacji puławskiej i różnych ogniwach kredy górnej od cenomanu po mastrycht. W spągu tych utworów występuje znaczna luka stratygraficzna obejmująca środkowy i górny paleocen (zeland i tanet) oraz eocen dolny i niższą część eocenu środkowego.

Utwory eocenu są wykształcone w płytkomorskich facjach szelfowych. W najniższej części są to osady transgresyjne, których powstanie jest związane z transgresją wyższego eocenu postępująca od północnego zachodu, jednak główna część profilu jest wykształcona w facji regresywnej i wskazuje na spływanie zbiornika sedymentacyjnego. W spągu utworów eocenskich występuje transgresywna warstwa piasku glaukonitowo-kwarcowego, ze żwirem kwarcowo-fosforytowym (Piwocki, 2004). Wyżej leżą piaski glaukonitowo-kwarcowe, drobnoziarniste oraz mułowce muskowitowo-kwarcowe. Najwyższą część profilu eocenu reprezentują mułowce piaszczyste i ilaste, lokalnie słabo wapieniste, szarobrunatne i szarzielone, z domieszką muskowitu i glaukonitu oraz okruchami bursztynu, z liczną ichnofauną, mikrofauną otwornicową i fitoplanktonem morskim. Miąższość utworów eocenu wynosi zazwyczaj około 20 m, osiągając maksymalnie 50 m.

Morskie utwory najniższej części **oligocenu** dolnego występują w formie izolowanych płatów w północno-zachodniej (Ślódzowska, 1992) i południowo-wschodniej części rejonu (Kramarska i in., 2015). Są one wykształcone w postaci piasków kwarcowych, różnoziarnistych, z domieszką glaukonitu. Na tych utworach, a w przeważającej części rejonu dyskordantnie na młodszych ogniwach kredy, leżą zgodnie utwory brakiczne (osady lagunowe, estuariowe i pływowe) i lądowym (osady limnotelmacyjne i aluwialne), powstałe na etapie regresji morza dolnooligocenijskiego (Piwocki i Kasiński, 1995). Utwory te są reprezentowane przez iłowce i mułowców piaszczyste, często węgliste, z przewarstwieniami węgla brunatnego. W najwyższej części profilu oligocenu dolnego występuje kolejna seria utworów morskich, reprezentowanych przez iłowce, mułowce i piaski glaukonitowo-kwarcowe, drobnoziarniste i mułkowate. W południowo-wschodniej części rejonu występuje zespół piasków kwarcowych różnoziarnistych ze żwirem kwarcowym i domieszką glaukonitu Kramarska i in. 2015). Miąższość utworów oligocenijskich przekracza 75 m.

Utwory **miocenu** występują na całym omawianym obszarze, z wyjątkiem stref rozmyć erozyjnych o charakterze

rynien subglacialnych, gdzie zostały usunięte przez erozję czwartorzędową. W spągu tych osadów występuje luka stratygraficzna obejmująca cały oligocen górny.

W dolnej części profilu miocenu są wykształcone w postaci piasków muskowitowo-kwarcowych, drobnoziarnistych, mułkowatych, jasnoszarych lub białych z rozproszonym uwęglonym detrytusem roślinnym. Wśród piasków występują przewarstwienia mułków i iłów brunatnych. Kolejne ogniwo miocenu stanowi seria piasków muskowitowo-kwarcowych drobno- i średnioziarniste, a w najwyższej części profilu (jedynie w południowo-wschodniej części rejonu) występuje pakiet silnie zboturbowanych piasków kwarcowych i mułków. Miąższość utworów miocenu waha się w granicach od 6 do ponad 30 m.

W ciągłości sedymentacyjnej z utworami miocenu w południowo-wschodniej części rejonu występuje pakiet utworów najniższego **pliocenu** (Kramarska i in., 2015) reprezentowanych przez piaski kwarcowe drobnoziarniste z kilkoma poziomami gleby kopalnej. Powyżej, z luka stratygraficzną w spągu obejmującą co najmniej środkową część pliocenu, występują gruboziarniste piaski ze żwirem kwarcowym, wyłącznie w formie izolowanych płatów – ostańców erozyjnych o niewielkiej miąższości do 3 m.

Czwartorzęd

Utwory czwartorzędu na obszarze przetargowym mają typowe dla Polski północnej wykształcenie litofacjalne i miąższościowe. Czwartorzęd w otworze Łeba 8 przewiercono bezrzedniowo; ma on miąższość około 100,0 m i wykształcony jest jako utwory piaszczyste, prawdopodobnie fluwioglacjalne oraz glina zwalowa.

2.3. TEKTONIKA

Ze względu na słabe rozpoznanie dobrej jakości danymi sejsmicznymi, wglębna budowa tektoniczna obszaru przetargowego Damnica jest nadal stosunkowo słabo rozpoznana.

W pokrywie osadowej zalegającej na krystalicznym podłożu, wyróżnić można dwa główne piętra strukturalne: dolnopaleozoiczne i permomezozoiczne. Piętra rozdzielone są regionalną powierzchnią niezgodności kątowej i stratygraficznej, związanej z intensywną przebudową tektoniczną w trakcie ruchów waryscyjskich.

Piętro strukturalne niższego paleozoiku zbudowane jest z osadów kambru, ordowiku i syluru. Przez analizowany obszar według Pokorskiego i Modlińskiego (2007) przebiegają dwie dyslokacje o orientacji NW–SE, rozcinające krystaliczne podłoże (Fig. 2.12). Zapewne sieć uskoków rozcinających podłoże krystaliczne wraz z pokrywą osadową niższego paleozoiku jest znacznie gęstsza, jednak ich rozpoznanie wymaga wykonania nowoczesnych badań sejsmicznych.

Na podstawie analogii do lepiej rozpoznanego rejonu znajdującego się na wschód od analizowanego obszaru, można założyć, że część dyslokacji występujących w obszarze Damnica może rozcinać jedynie utwory kambru i ordowiku, kontynuując się wyżej w utworach sylurskich jako fleksury naduskokowe.

W południowej części obszaru przebiega jeden z profili sejsmicznych wykonanych w ramach głębokich badań sejsmicznych PolandSPAN (Fig. 2.13). Na profilu sejsmicznym widoczne są strefy uskokowe rozcinające utwory niższego paleozoiku i wygasające w osadach sylurskich (Mazur i in., 2016). Ich powstanie można wiązać z uginaniem się płyty przedpola w czasie kolizji kaledońskiej.

Utwory w permo-mezozoicznego piętra strukturalnego zapadają monoklinalnie w kierunku południowym i są znacznie

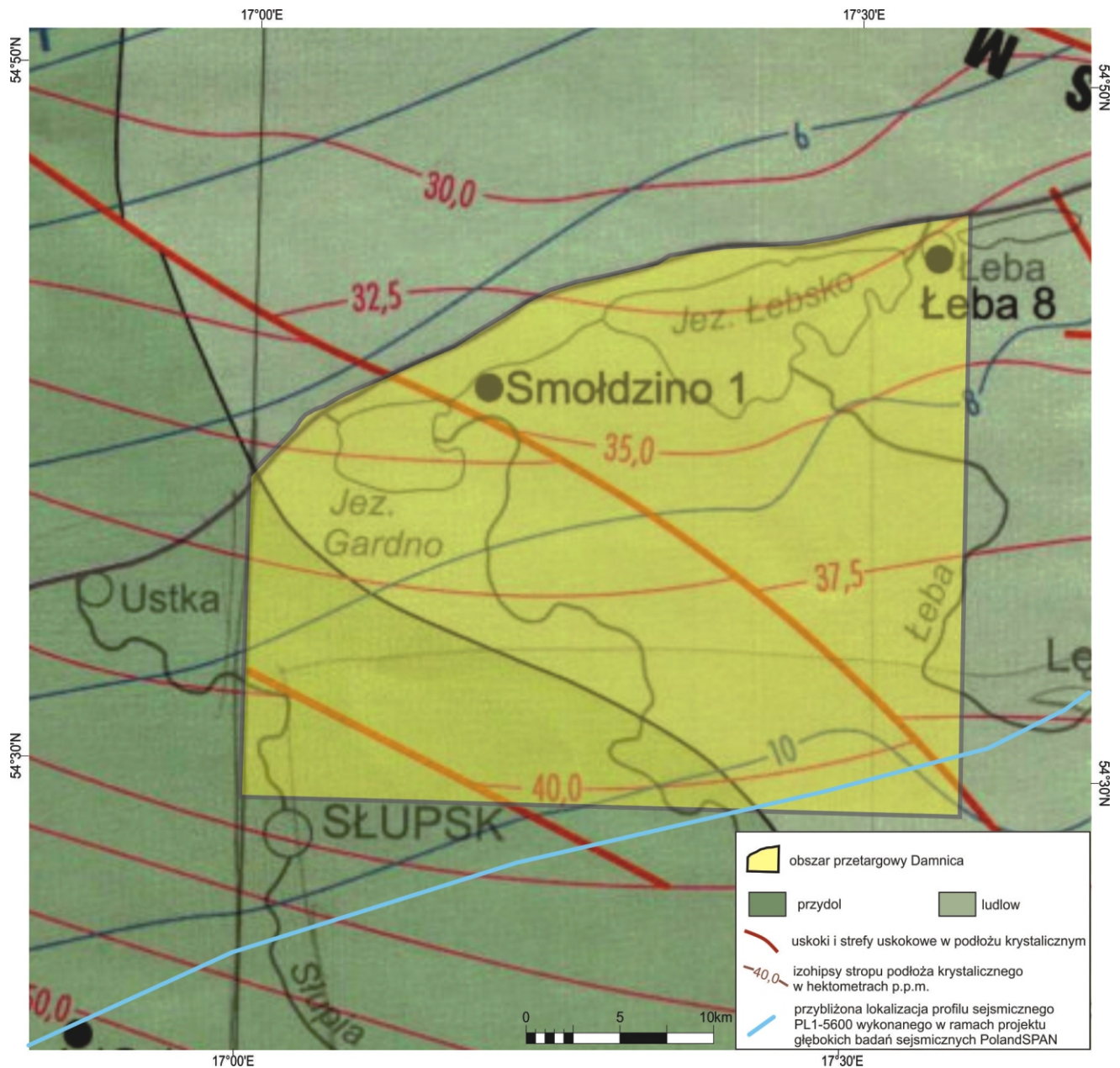


Figura 2.12. Fragment mapy geologicznej zachodniej i centralnej części obniżenia bałtyckiego bez utworów permu i młodszych (Pokorski i Modliński, 2007).

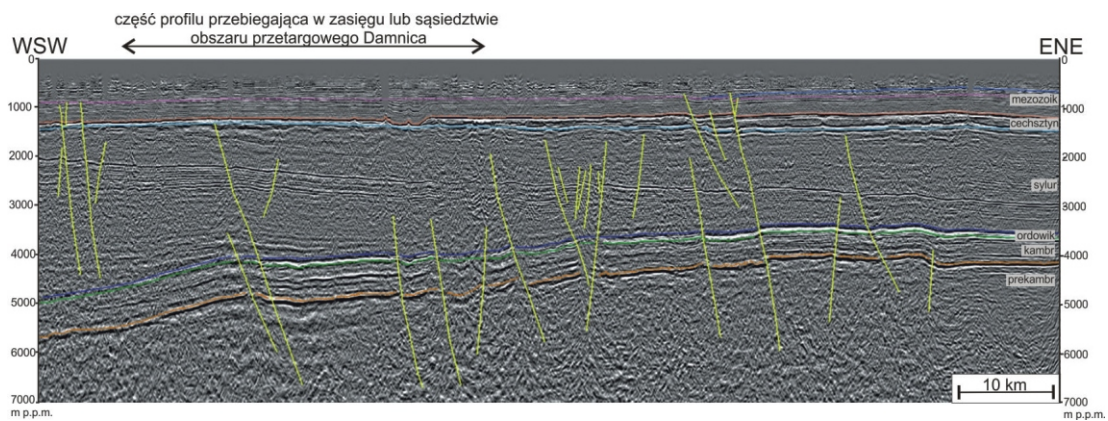


Figura 2.13. Fragment profilu sejsmicznego PL1-5600 wraz z interpretacją (Mazur i in., 2016).

slabiej zaangażowane tektoniczne, od niżejleżących osadów starszego paleozoiku. Na części profilu PL1-5600 przebiegającego w zasięgu i w pobliżu obszaru przetargowego Damnica nie rozpoznano uskoków rozcinających osadów cechsztyńskich i młodszych, jednak nie można tego wykluczyć w pozostałej części obszaru.

2.4. WARUNKI HYDROLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE

Cały obszar przetargowy Damnica znajduje się w obszarze przymorza i odwadniany jest przez Łupawę wraz z Jeziorem Gardno i Łebę wraz z Jeziorem Łebsko oraz pomniejsze ciekі powierzchniowe. Na północy obszaru znajdują się dwa jeziora – Łebsko i Gardno (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010; Fig. 2.14).

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg. jednostek hydrogeologicznych obszar przetargowy Damnica znajduje się w prowincji niżowej, regionie pomorskim III, subregionie nadmorskim III₁ (Paczyński, 2007). Zgodnie z podziałem wg jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) obszar znajduje się w prowincji wybrzeża i pobrzeża Bałtyku, regionie wschodniopomorskim RWP (Paczyński, 2007).

Zgodnie z podziałem na JCWPd (172 jednostki) teren obszaru przetargowego znajduje się na obszarze części 11 i 12 (Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej, 2009).

Całość omawianego obszaru objęta została pracami kartograficznymi w ramach realizacji następujących arkuszy

Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP) w skali 1:50 000: Smołdziński Las 0001 (Szelewicka, 2000), Kluki 0002 (Kordalski i Lidzbarski, 2000), Łeba 0003 (Lidzbarski, 2000), Smołdzino 0010 (Szelewicka, 2000), Głównicy 0011 (Kordalski i Lidzbarski, 2000), Lębork 0012 (Lębork 1997), Słupsk 0021 (Zaleska i in., 1998), Łupawa 0022 (Prussak, 2002) i Czarna Dąbrówka 0023 (Prussak, 2000).

Główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW), odnoszący się wyłącznie do wód zwykłych, czyli słodkich, wyznaczony został, zgodnie z kryteriami przyjętymi dla MhP w skali 1:50 000, prawie dla całości obszaru przetargowego Damnica. GUPW nie ma jednak charakteru ciągłego – zasięg poszczególnych poziomów wodonośnych związany jest przede wszystkim z zasięgiem kolejnych złodowaceń – północno-, środkowo- i południowopolskiego oraz utworów neogenu i paleogenu. Lokalnie, w sąsiedztwie jezior Gardno i Łebsko, oraz w dolinie rzeki Słupi, wyznaczone zostały obszary bezwodne. Wszystkie utwory wodonośne cechują się piętrowością oraz dużą zmiennością występowania i litologii, co powoduje silne zróżnicowanie właściwości hydrogeologicznych.

Czwartorzędowe piętro wodonośne budują utwory występujące na wysoczyźnie, na terenach międzymorenowych i na nizinie nadmorskiej. Na obszarach wysoczyznowych, w utworach holocenu i plejstocenu związanych z utworami akumulacji wodnolodowcowej, rzecznej i morskiej, a na wschodzie łączącymi się bezpośrednio z wodonośnymi osadami serii pradoliny Łeby, występują dwa do trzech poziomów wodonośnych: górny środkowy i dolny. Poziom

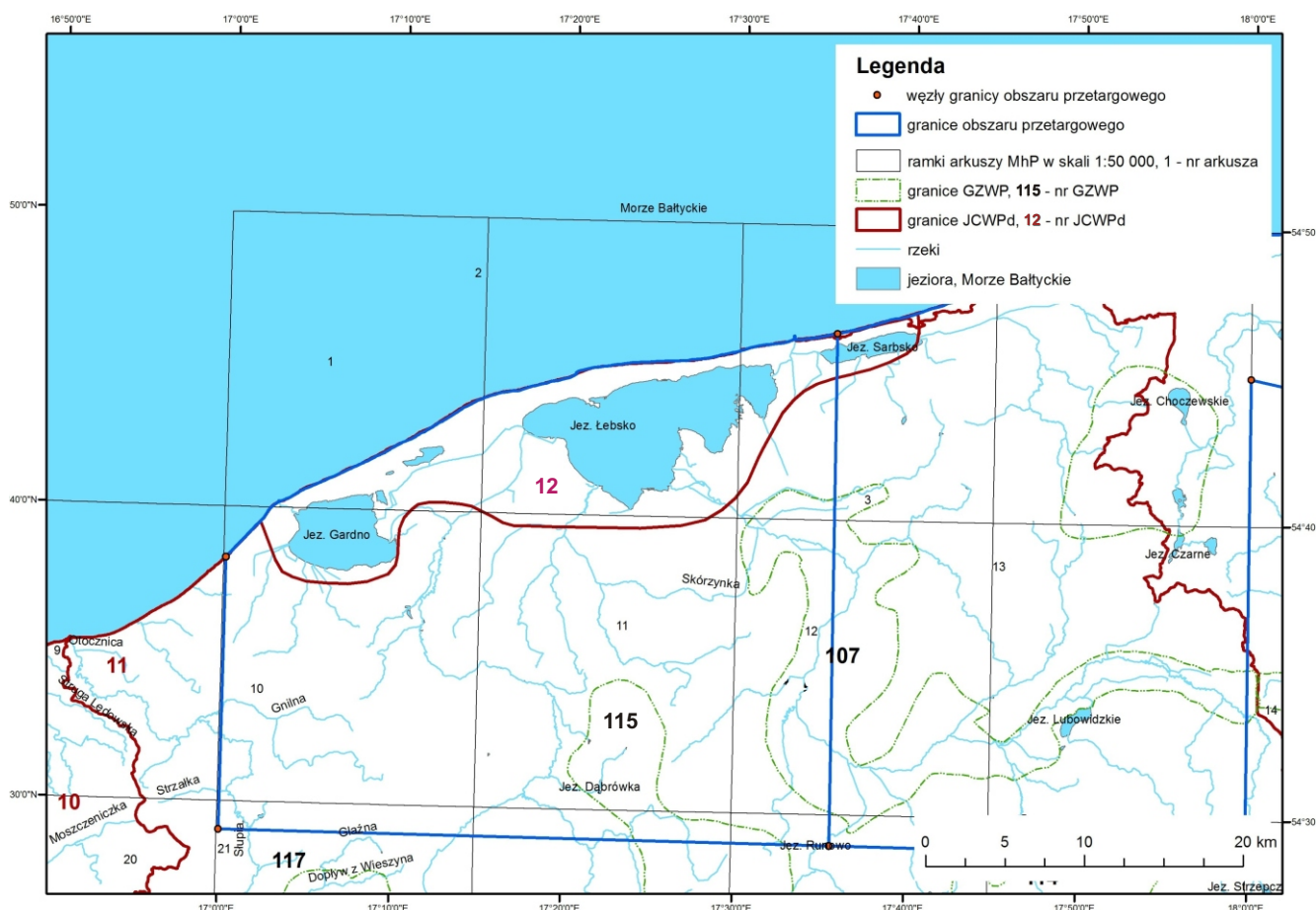


Figura 2.14. Mapa hydrologiczna i hydrogeologiczna głównych zbiorników wód.

górny budują piaski i żwiry zlodowacenia Wisły oraz lokalnie piaski holocenne. Występują tu dwie nieciągłe warstwy wodonośne o miąższości od 10 do 40 metrów. Współczynnik filtracji waha się w przedziale 0,036–8,3 [m/h], a wodoprzewodność wynosi od 0,6 do 11,2 [m²/h] (Lidzbarski i in., 2007). Poziom środkowy tworzą piaski żwiry zlodowaceń środkowopolskich, w których występują dwie warstwy wodonośne o nieciągłym rozprzestrzenieniu i miąższości od kilku do 30 metrów. Współczynnik filtracji waha się w przedziale 0,01–6,3 [m/h], a wodoprzewodność wynosi od 0,2 do 3,5 [m²/h] (Lidzbarski i in. 2007). Poziom dolny występuje jedynie lokalnie w głęboko wciętych w podłoże podczwartorzędowe dolinach kopalnych. Wyróżnia się tu jedną lub dwie warstwy wodonośne o przeciętnej miąższości około 20 metrów. Współczynnik filtracji wynosi 0,1–0,7 [m/h], natomiast wodoprzewodność zmienia się w zakresie od 0,5 do 7,1 [m²/h] (Pruszkowska, 2004). We wschodniej części obszaru przetargowego Damnica występuje północno-zachodni fragment struktury pradoliny Redy-Łeby, w którym występują zawadnione piaski różnoziarniste i lokalnie żwiry zlodowacenia północnopolskiego, o miąższości około 30–50 metrów. W strefie krawędziowej kontaktują się one bezpośrednio z wodonośnymi utworami wysoczyznowymi i tworzą jeden kompleks wodonośny o znacznej miąższości (Lidzbarski i in., 2007). Zasadnicze znaczenie dla występowania wód zwykłych na obszarze przetargowym Damnica ma poziom międzymorenowy, tworzący jeden kompleks wodonośny, w którym wody podziemne występują w ściślej więzi hydraulicznej. Lokalnie poziom ten zalega bezpośrednio na wodonośnych utworach miocenu stanowiąc jeden wspólny poziom wodonośny (Kordalski i Lidzbarski, 2000).

Na nizinach nadmorskich występuje górny poziom wodonośny, który łączy się z zawadnionymi piaskami holocenu tworząc jeden wspólny kompleks wodonośny. Charakteryzuje się on swobodnym zwierciadłem wód podziemnych zalegającym na rzędnej około 2 [m n.p.m.]. Utwory te są często przykryte warstwą namulów i torfów o miąższości około 1 metra (Lidzbarski i in. 2007).

Wody podziemne zasilane są przez infiltrację wód pochodzących z opadów atmosferycznych na obszarach wysoczyznowych. Drenaż warstw wodonośnych piętra czwartorzędowego, ale także starszych pięter, odbywa się głównie ku północy – do Morza Bałtyckiego, oraz lokalnie w kierunku większych rzek obszaru – Łupawy i Łeby i ku pradolinie Redy-Łeby.

Wody podziemne czwartorzędowego piętra wodonośnego to w większości wody średnio twarde, podwyższone stężenia chlorków występują tylko lokalnie, zwłaszcza w strefie brzegowej Bałtyku (Lidzbarski i in., 2007). Dominujący typ chemiczny wody to dwujonowy $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$, a jedynie lokalnie trójjonowy $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg}$, $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{SO}_4$ i $\text{HCO}_3 - \text{Cl} - \text{Ca}$. Wody występujące w obniżeniach nadmorskich charakteryzują się wysokimi zawartościami żelaza i manganu. Związki azotu występują na ogół w niewielkich stężeniach. Mineralizacja ogólna zazwyczaj nie przekracza 600 [mg/l], lokalnie w górnym poziomie osiągając wartości około 900 [mg/l] (Lidzbarski i in., 2007). Zasolenie wód podziemnych (wszystkich pięter wodonośnych), występujące w strefie brzegowej, może być spowodowane przez trzy niezależne czynniki: ascencję wód z głębszego podłoża, występowanie tzw. wód „młodoreliktowych” związanych z ewolucją linii brzegowej południowego Bałtyku, a także ingresją wód morskich (Kozerski i Pruszkowska 1996).

Neogeńskie i paleogeńskie piętra wodonośne, na obszarze przetargowym Damnica, nie występują w sposób ciągły i zostały rozpoznane wierceniami jedynie lokalnie. W piętrze neogeńskim występują dwa poziomy wodonośne związane z

miocenijskimi piaskami drobnoziarnistymi o miąższości do około 40 metrów (Lidzbarski i in., 2007). Poziom dolny występuje na głębokości 0–75 [m p.p.t.], a górny został stwierdzony lokalnie w elewacjach podłoża plejstocenijskiego, na rzędnych 60–100 [m n.p.m.] (Lidzbarski i in., 2007). Górny występuje lokalnie na elewacjach podłoża plejstocenijskiego, na rzędnych od około 60 do około 100 [m n.p.m.]. Wartości parametrów hydrogeologicznych są bardzo podobne dla obu poziomów: wartość współczynnika filtracji waha się od 0,01 do około 2,0 [m/h], a wodoprzewodności od 0,1 do 16 [m²/h] (Lidzbarski i in., 2007).

W osadach paleogenu rozpoznany został jeden poziom wodonośny, który budują drobnoziarniste piaski glaukonitowe oligocenu. Najczęściej zalega on na rzędnych od około –80 do około –40 [m n.p.m.], a jego miąższość waha się od 10 do 25 metrów (Lidzbarski i in., 2007). Wartości współczynnika filtracji wynoszą od około 0,005 do około 1,5 [m/h], a wodoprzewodności od około 1 do około 29 [m²/h] (Lidzbarski i Kordalski, 2003).

Skład chemiczny i jakość wód podziemnych pięter neogeńskich i paleogeńskich są do siebie zbliżone. Są to wody typu chemicznego dwujonowego dwujonowy $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$, o niskiej mineralizacji ogólnej do około 400 [mg/l] oraz niskiej do średniej twardości ogólnej (Lidzbarski i in., 2007). Związki azotu spotykane są lokalnie w ilościach śladowych, za wyjątkiem jonu amonowego, ale podwyższone stężenia chlorków zostały wykryte w strefie nadmorskiej – w rejonie jeziora Gardno do 1 012 [mg/l] i jeziora Łebsko do 3 160 [mg/l] (Lidzbarski i in., 2007).

Kredowe piętro wodonośne nie ma znaczenia użytkowego na całym obszarze przetargowym Damnica. Zostało ono rozpoznane studniami wierconymi jedynie lokalnie, np. w rejonie Machowinka. Występujące w otworach szare margle lub szarozielone mułowce margliste z glaukonitem prowadzą wody zasolone o stężeniach chlorków około 1 000 [mg/l] (Szelewicka, 2000).

We wschodniej i południowo-wschodniej części obszaru przetargowego Damnica występują fragmenty dwóch głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP; Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004), tj., odpowiednio: GZWP nr 107 *Pradolina Rzeki Łeby* (Lidzbarski, 1995) i GZWP nr 115 *zbiornik międzymorenowy Łupawa* (Balcer i in., 2001). Zostały one wyznaczone dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w czwartorzędowych utworach pradolinnych i czwartorzędowych utworach międzymorenowych. Wszystkie wymienione zbiorniki zostały udokumentowane. Podstawowe wiadomości dotyczące występowania zwykłych wód podziemnych w obrębie ww. GZWP podane zostały w tabeli 2.2.

Zasoby dyspozycyjne zwykłych wód podziemnych zostały udokumentowane dla całości obszaru przetargowego Damnica (Pergół i Sokołowski, 2015). Najmniejszy południowo-zachodni fragment opisywanego obszaru (około 20 % powierzchni) znajduje się w granicach hydrogeologicznej dokumentacji zasobowej *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Słupi i Orzechowej* (Biniak i in., 2002). Drugi co do wielkości fragment obszaru przetargowego (około 30 % powierzchni) ciągnący się pasem z północnego-zachodu na południowy-wschód, położony jest w zasięgu *Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych zlewni Łupawy* (Staśko i in., 2004). Największa część obszaru przetargowego Damnica leży na terenie *Dokumentacji hydrogeologicznej zlewni Łeby zawierającej ocenę zasobów dyspozycyjnych kenozoicznych poziomów wód podziemnych* (Bralczyk i in. 2001). Podstawowe wiadomości dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych podane zostały w tabeli 2.3.

Tabela 2.2. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004; lokalizacja na Fig. 2.14.)

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m ³ /24h]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]
107/udokum.	Pradolina rzeki Łeby	Q _P	porowy	125	5–50
115/udokum.	Zbiornik międzymorenowy Łupawa	Q _M	porowy	30	50

udokum. – zasoby udokumentowane; Q_P – utwory czwartorzędu w pradolinach; Q_M – czwartorzędowe utwory międzymorenowe

Tabela 2.3. Podstawowe dane dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych (Pergół i Sokołowski, 2015)

Tytuł dokumentacji	Autor dokumentacji	Rok wykonania	Nr decyzji	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych zlewni Łupawy	Staśko S., Koślacz R., Szlufik A., Tomaszewski B., Łęczyński L., Głaza E., Gajewski L., Gajewski Ł.	2004	DG/kdh/E D/489-65 00/2004	115 940
Dokumentacja hydrogeologiczna zlewni Łeby zawierająca ocenę zasobów dyspozycyjnych kenozoicznych poziomów wód podziemnych, woj. Pomorskie	Bralczyk M., Lubowiecki W., Florczyk J., Pasierowska B., Kłosowska I., Śmietaniński L.	2001	DG/kdh/E D/489-63 55/2002	232 800
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Słupi i Orzechowej	Biniak G., Chudy K., Marszałek H., Wąsik M.	2002	DG/kdh/E D/489-64 17/2003	374 040

Wnioski

- Dla większości obszaru przetargowego Damnica wyznaczono główny użytkowy poziom wodonośny, który budują piaszczyste i piaszczysto-żwirowe utwory wodonośne czwartorzędu, neogenu i paleogenu. Poziom nie ma charakteru ciągłego. Lokalnie, w sąsiedztwie jezior Gardno i Łebsko, oraz w dolinie rzeki Słupi, wyznaczone zostały obszary bezwodne;
- Kredowe piętro wodonośne nie ma znaczenia użytkowego, nawiercone utwory kredowe – szare margle lub szarozielone mułowce margliste z glaukonitem prowadzą wody zasolone o stężeniach chlorków około 1 000 [mg/l];
- Utwory wszystkich rozpoznanych pięter wodonośnych, a szczególnie piętra czwartorzędowego, charakteryzują się dużą zmiennością morfologii terenu i litologii, co w konsekwencji powoduje silną zmiennością właściwości hydrogeologicznych;
- Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały udokumentowane i zatwierdzone dla całości obszaru przetargowego;
- W obrębie obszaru przetargowego znajdują się fragmenty głównych zbiorników wód podziemnych nr 107 Pradolina rzeki Łeby i 115 Zbiornik międzymorenowy Łupawa, dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w odpowiednio: czwartorzędowych utworach pradolinnych i czwartorzędowych utworach międzymorenowych;
- Jakość wód podziemnych piętra czwartorzędowego, neogeńskiego i paleogeńskiego jest w większości bardzo dobra i dobra, a lokalnie występujące wody z podwyższonymi zawartościami żelaza i manganu, wymagają jedynie prostego uzdatniania;

- Lokalnie w wodach piętra czwartorzędowego i w poziomie neogeńskim wykazano występowanie zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego;
- Zasolenie wód podziemnych, występujące w strefie brzegowej, może być spowodowane przez trzy niezależne czynniki: ascencję wód z głębszego podłoża, występowanie tzw. wód „młodoreliktowych” związanych z ewolucją linii brzegowej południowego Bałtyku, a także ingresją wód morskich;
- Brak jest dobrego rozpoznania hydrogeologicznego podłoża podkenozoicznego i dokładniejszych informacji nt. hydrogeologii głębszych partii górotworu;
- Występowanie więzi hydraulicznej pomiędzy piętrami czwartorzędowym, a neogeńskim i paleogeńskim, oraz niżej leżącymi kredy może stanowić potencjalne źródło zagrożenia środowiska naturalnego, w tym przede wszystkim wód podziemnych, w przypadku wykonywania szczelinowania górotworu oraz zatłaczania do niego wód złożowych (tzw. solanek poprodukcyjnych).

3. SYSTEM NAFTOWY

W obrębie obszaru przetargowego Damnica rozpatrywany jest dolnopaleozoiczny, niekonwencjonalny system naftowy typu „continuous play”, w którym rolę skał macierzystych, zbiornikowych, jak i uszczelniających odgrywają mułowce i iłowce syluru, ordowiku i kambry górnego. Skały syluru stanowiące bezpośredni nadkład oraz cechstyńskie ewaporaty postrzega się jako skały dodatkowo uszczelniające ten niekonwencjonalny system naftowy. W obrębie obszaru przetargowego Damnica występuje także konwencjonalny system naftowy, składający się ze środkowokambryjskich

(ewentualnie dolnokambryjskich) kwarcytów – skała zbiornikowa, kambryjskich wkładek mułowcowo-ilastych oraz nadległych mułowców i iłowców wieku kambr górny-sylur – stanowiących poziomy macierzyste – oraz mułowców i iłowców górnokambryjsko-sylurskich, jak i ewaporatów cechsztyńskich – pełniących funkcję skał uszczelniających. Nie można wykluczyć też możliwości występowania niekonwencjonalnych nagromadzeń węglowodorów typu zamkniętego (ang. tight) w środkowokambryjskich piaskowcach kwarcytowych na tym obszarze (Chmielowiec-Stawska i Czeakański, 2013).

3.1 SKAŁY MACIERZYTE

W obrębie profilu utworów niższego paleozoiku w południowo-zachodniej części syneklizy perybałtyckiej występuje kilka interwałów skał wzbogaconych w węgiel organiczny (C_{org} ; ang. Total Organic Carbon; TOC > 0,5% wag.), które można uznać za skały macierzyste. Materia organiczna rozproszona w utworach dolnego paleozoiku reprezentowana jest głównie przez zooklasty (np. graptolity, chitinozoa), algi i stałe bituminy. Tak reprezentowany kerogen to ropotwórczy kerogen typu II. Dystrybucja materii organicznej w obrębie omawianych utworów nie jest równomierna. Figura 3.1 przedstawia generalny trend rozkładu zawartości materii organicznej w obrębie profilu dolnego paleozoiku. Całkowita zawartość węgla organicznego, wyrażona wskaźnikiem TOC, wzrasta w dolnej części profilu. Najbogatsze w węgiel organiczny są skały kambru górnego (formacja z Piaśnicy), skały karadoku (formacja z Sasina), spągowa część skał landoweru (ogniwo iłowców bitumicznych z Jantaru) oraz skały wenloku (formacja z Pelplina).

W obrębie obszaru przetargowego Damnica wykonano 3 otwory wiertnicze, przewiercające utwory niższego paleozoiku (Fig. 1.2B). W ostatnich latach firma Lane Energy Poland Sp. z o.o. wykonała 1 nowy otwór wiertniczy: Warblino-1H. Dane geologiczne z tego otworu nie są dostępne publicznie w czasie przygotowywania obszaru przetargowego, dlatego na potrzeby scharakteryzowania elementów omawianego systemu naftowego wykorzystano dane geologiczne pochodzące z otworu wiertniczego Lębork IG 1, który wydaje się dobrze charakteryzować skały wchodzące w skład systemu naftowego na obszarze przetargowym Damnica.

Wyniki opisywanych poniżej badań geochemicznych materii organicznej oraz badań petrofizycznych zostały częściowo zebrane z opracowań archiwalnych (Kotarba, 1996; Kotarba, 2008, Więclaw i in., 2010) i częściowo wykonane w latach 2013-2014 w ramach tematu PIG-PIB pn. „Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce – etap I” finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Rozpoznanie..., 2016).

3.1.1 ANALIZA GEOCHEMICZNA MATERII ORGANICZNEJ METODĄ ROCK-EVAL

Metoda analizy geochemicznej Rock-Eval (R-E) jest wstępną metodą badania potencjalnych skał macierzystych i zbiornikowych dla węglowodorów, stosowaną na całym świecie od kilku dekad. Metoda R-E dostarcza parametry i wskaźniki pozwalające na określenie m.in. typu kerogenu zawartego w skałach, stopnia dojrzałości termicznej materii organicznej oraz potencjału węglowodorowego (Tab. 3.1).

PRZYDOL

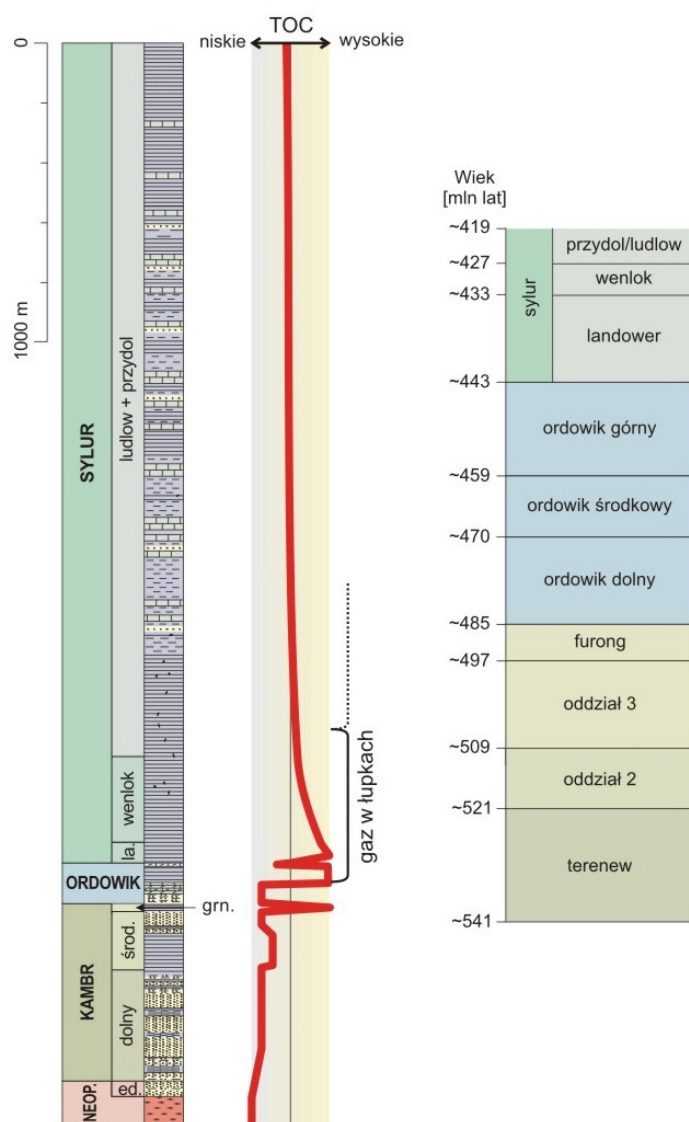
Skały przydolu charakteryzują się wartościami TOC od 0,27 do 0,32% wag. (mediana – 0,29% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, mieszczą się w przedziale od 0,12 do 0,19 mg HC/g skały (mediana – 0,13 mg HC/g skały), a potencjał generacyjny, wyrażony przez parametr S2, wynosi od 0,42 do 0,58 mg HC/g skały (mediana – 0,43 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 148 do 184 mg HC/g TOC (mediana – 160 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 433°C do 436°C (mediana – 435°C), wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach znajduje się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego początkowej części okna ropnego. Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać utwory przydolu za niemacierzyste. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.2.

LUDLOW

Skały ludlowu charakteryzują się wartościami TOC od 0,07 do 0,45% wag. (mediana – 0,15% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,02 do 0,26 mg HC/g skały (mediana – 0,04 mg HC/g skały), a potencjał generacyjny, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,05 do 0,81 mg HC/g skały (mediana – 0,09 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 27 do 216 mg HC/g TOC (mediana – 74 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 429°C do 506°C (mediana – 458°C), wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach może znajdować się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego oknu kondensatu. Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać utwory ludlowu za skały niemacierzyste. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.2.

WENLOK

Skały wenloku są tożsame z formacją z Pelplina i charakteryzują się wartościami TOC od 0,05 do 2,07% wag. (mediana – 0,68% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,01 do 0,65 mg HC/g skały (mediana – 0,08 mg HC/g skały), a potencjał generacyjny, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,06 do 0,87 mg HC/g skały (mediana – 0,15 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 11 do 231 mg HC/g TOC (mediana – 26 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 442°C do 584°C (mediana – 463°C) wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach może znajdować się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego oknu kondensatu. Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać utwory wenloku za skały macierzyste. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabelach 3.2 i 3.3. Mapa rozkładu wartości TOC dla formacji z Pelplina w obrębie polskiej części basenu bałtyckiego została przedstawiona na figurze 3.2.



Wiek wg International Chronostratigraphic Chart 2012
(International Commission on Stratigraphy, www.stratigraphy.org)

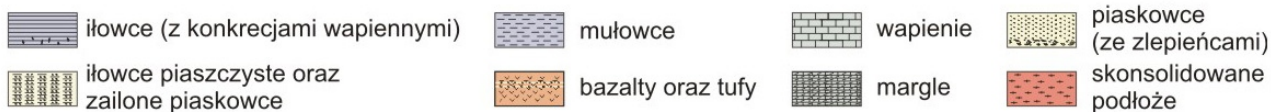


Figura 3.1. Uproszczony profil litostratygraficzny niższego paleozoiku w południowo-zachodniej części syneklizy perybaltyckiej wraz z pozycją łupków wzbogaconych w węgiel organiczny i potencjalnie zawierających gaz ziemny i/lub ropę naftową w łupkach (Roszkowska-Remin i Podhalańska, 2016; na podstawie Poprawa, 2010, zmienione).

Tabela 3.1. Parametry i wskaźniki analizy pirolitycznej Rock-Eval 6

Parametry i wskaźniki	Jednostka	Nazwa
S1	mgHC/g skały	wolne węglowodory
S2	mgHC/g skały	potencjał generacyjny
$T_{\max}$	°C	temperatura maksymalnego generowania węglowodorów
PI		wskaźnik generowania
PC	% wag.	węgiel organiczny podatny na proces pirolizy
RC	% wag.	węgiel organiczny rezydualny
TOC	% wag.	całkowita zawartość węgla organicznego
HI	mg HC/g TOC	wskaźnik wodorowy
OI	mg CO ₂ /g TOC	wskaźnik tlenowy
MINC	% wag.	węgiel mineralny

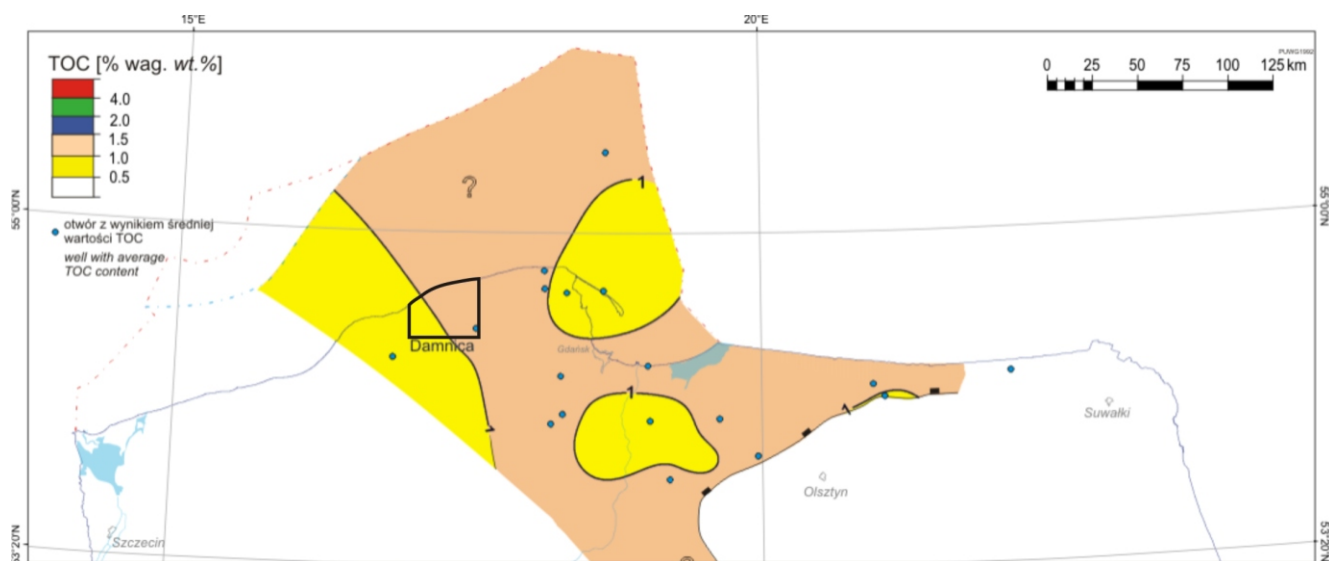


Figura 3.2. Mapa średniej zawartości materii organicznej w dolnej części formacji z Pelplina (% wag., TOC). Symbol „?” określa obszary, na których przebieg izolinii TOC jest przypuszczalny lub nie udało się wyznaczyć ich przebiegu ze względu na niewielką ilość danych. Mapa wykreślona przez Głuszyńskiego w Karcz i Janas (2016). Obszar przetargowy oznaczony czarną ramką.

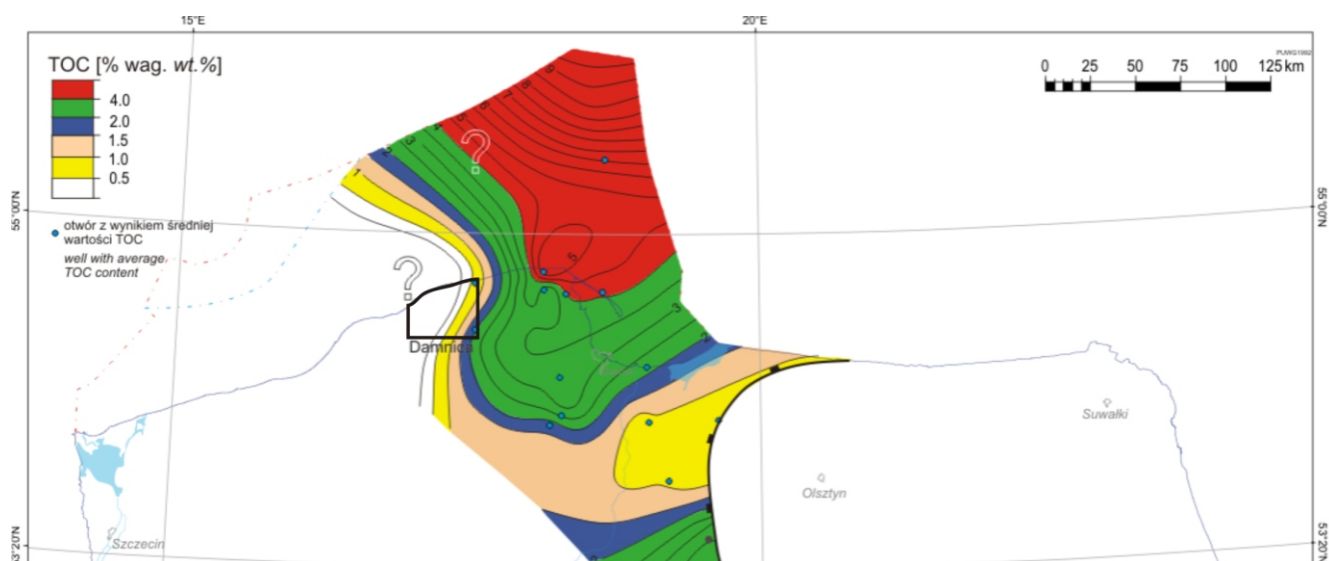


Figura 3.3. Mapa średniej zawartości materii organicznej w ogniwie z Jantaru (% wag., TOC). Symbol „?” określa obszary, na których przebieg izolinii TOC jest przypuszczalny lub nie udało się wyznaczyć ich przebiegu ze względu na niewielką ilość danych. Mapa wykreślona przez Głuszyńskiego w Karcz i Janas (2016). Obszar przetargowy oznaczony czarną ramką.

Tabela 3.2. Wyniki geochemiczne materii organicznej metodą Rock-Eval w otworze Łębork IG 1.

	przydol			ludlow			wenlok			landower			aszgil			karadok			lanwirm		
	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do
S1	0,13	0,12	0,19	0,04	0,02	0,26	0,08	0,01	0,65	0,09	0,02	0,55	0,14	0,03	0,27	0,21	0,04	1,5	0,26	0,16	0,28
S2	0,43	0,42	0,58	0,09	0,05	0,81	0,15	0,06	0,87	0,24	0,09	0,83	0,28	0,11	0,39	0,44	0,12	1,78	0,46	0,31	0,63
T_{max}	435	433	436	458	429	506	463	442	584	456	427	476	464,00	456,00	610	472,5	440	588	437,5	431	452
HI	160	148	184	74	27	216	26	11	231	49	16	307	106,50	39,00	275	37	11	229	132,5	107	559
OI	260	237	286	152	59	394	35	14	365	45	6	399	99,50	49,00	345	14	6	238	84	58	629
PI	0,23	0,22	0,25	0,27	0,2	0,39	0,36	0,17	0,59	0,28	0,15	0,53	0,29	0,20	0,5	0,37	0,22	0,6	0,35	0,31	0,43
TOC	0,29	0,27	0,32	0,15	0,07	0,45	0,68	0,05	2,07	0,5	0,05	2,93	0,30	0,14	0,41	1,58	0,13	6,2	0,25	0,08	0,59
RC	0,21	0,19	0,22	0,13	0,05	0,41	0,65	0,03	1,94	0,47	0,03	2,86	0,26	0,08	0,36	1,49	0,08	5,91	0,2	0	0,5
PC	0,08	0,07	0,09	0,02	0,01	0,12	0,03	0,01	0,14	0,09	0,02	0,11	0,05	0,02	0,06	0,06	0,02	0,29	0,07	0,05	0,09
MINC	1,41	0,49	1,57	1,05	0,33	9,04	1,1	0,08	10,01	0,43	0,07	3,68	2,58	0,52	7,64	0,61	0,25	3,82	5,83	0,17	9,41

*S1, S2, T_{max} , HI, OI, PI, TOC, RC, PC, MINC – dla objaśnienia patrz tabela 3.1.

LANDOWER

Skały landoweru charakteryzują się wartościami TOC od 0,05 do 2,93% wag. (mediana – 0,5% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,02 do 0,55 mg HC/g skały (mediana – 0,09 mg HC/g skały), a potencjał generacyjny, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,09 do 0,83 mg HC/g skały (mediana – 0,24 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 16 do 307 mg HC/g TOC (mediana – 49 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 427°C do 476°C (mediana – 456°C) wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach może znajdować się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego oknu kondensatu (średnia wartość T_{max} może być zaniżona ze względu na spory rozrzut wyników dla utworów landoweru). Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać utwory landoweru za dobre skały macierzyste. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.2.

Ogniwo iłowców bitumicznych z Jantaru

Ogniwo iłowców bitumicznych z Jantaru to spągowa część profilu skał landoweru i formacji z Pasłęka. Jest to część profilu, która odznacza się wyższymi wartościami parametrów geochemicznych. Objawia się to przede wszystkim w wartościach średnich. Ogniwo z Jantaru charakteryzuje się wartościami TOC od 1,77 do 2,93% wag. (mediana – 2,52% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,28 do 0,55 mg HC/g skały (mediana – 0,37 mg HC/g skały), a potencjał generacyjny, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,48 do 0,83 mg HC/g skały (mediana – 0,52 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 16 do 32 mg HC/g TOC (mediana – 25 mg HC/g TOC). Nie uzyskano wiarygodnych odczytów temperatury T_{max} dla ogniwa. Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać ogniwo z Jantaru za dobre skały macierzyste, występujące we wschodniej części obszaru przetargowego. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.3. Mapa rozkładu wartości TOC dla ogniwa w obrębie polskiej części basenu bałtyckiego została przedstawiona na figurze 3.3.

ASZGIL

Skały aszgilu charakteryzują się wartościami TOC od 0,13% do 0,28% wag. (mediana – 0,23% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,06 do 0,13 mg HC/g skały (mediana – 0,13 mg HC/g skały), a rezydualny potencjał węglowodorowy, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,09 do 0,21 mg HC/g skały (mediana – 0,17 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 39 do 275 mg HC/g TOC (mediana – 106,5 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 456°C do 610°C (mediana – 464°C) wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach może znajdować się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego oknu kondensatu (średnia wartość T_{max} może być zaniżona ze względu na spory rozrzut wyników dla utworów aszgilu). Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać utwory aszgilu za skały niemacierzyste. Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.2.

Tabela 3.3. Wyniki geochemiczne materii organicznej metodą Rock-Eval w otworze Lębork IG 1

	formacja z Pelplina			ogniwo z Jantar			formacja z Sasina		
	mediana	od	do	mediana	od	do	mediana	od	do
S1	0,08	0,01	0,65	0,37	0,28	0,55	0,21	0,04	1,5
S2	0,15	0,06	0,87	0,52	0,48	0,83	0,44	0,12	1,78
T_{max}	463	442	584	n.o.	n.o.	n.o.	472,5	440	588
HI	26	11	231	25	16	32	37	11	229
OI	35	14	365	14	6	18	14	6	238
PI	0,36	0,17	0,59	0,37	0,34	0,53	0,37	0,22	0,6
TOC	0,68	0,05	2,07	2,52	1,77	2,93	1,58	0,13	6,2
RC	0,65	0,03	1,94	2,42	1,67	2,86	1,49	0,08	5,91
PC	0,03	0,01	0,14	0,1	0,07	0,11	0,06	0,02	0,29
MINC	1,1	0,08	10,01	0,35	0,3	0,72	0,61	0,25	3,82

*S1, S2, T_{max} , HI, OI, PI, TOC, RC, PC, MINC – dla objaśnienia patrz tabeli 3.1

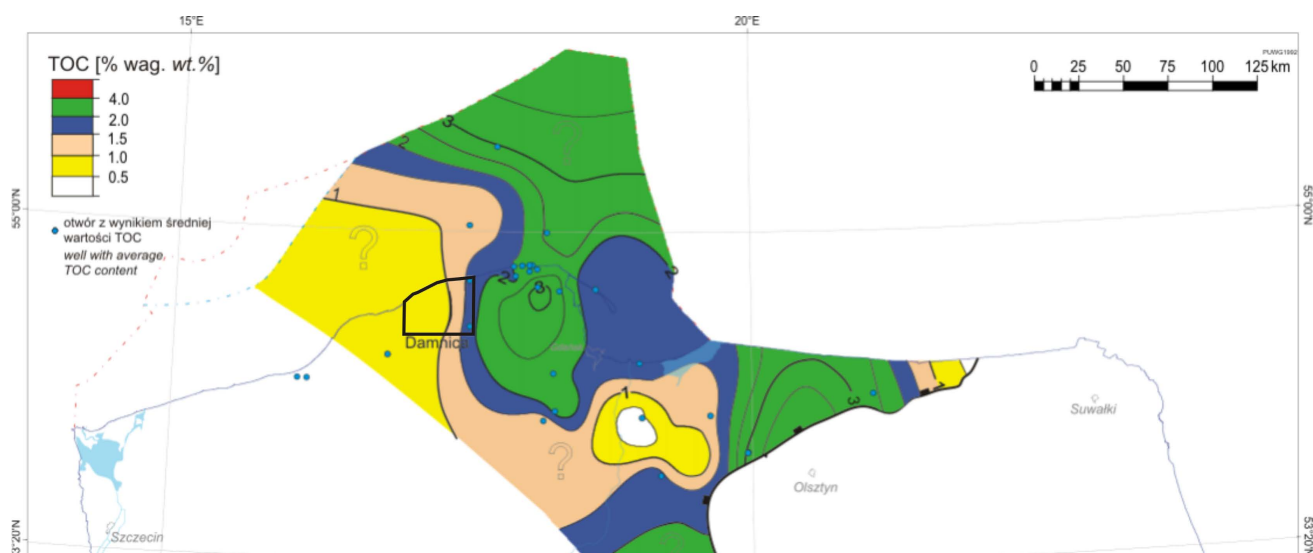


Figura 3.4. Mapa średniej zawartości materii organicznej w formacjach z Sasina i Udala (% wag., TOC). Symbol „?” określa obszary, na których przebieg izolinii TOC jest przypuszczalny lub nie udało się wyznaczyć ich przebiegu ze względu na niewielką ilość danych. Mapa wykreślona przez Głuszyńskiego w Karcz i Janas (2016). Obszar przetargowy oznaczony czarną ramką.

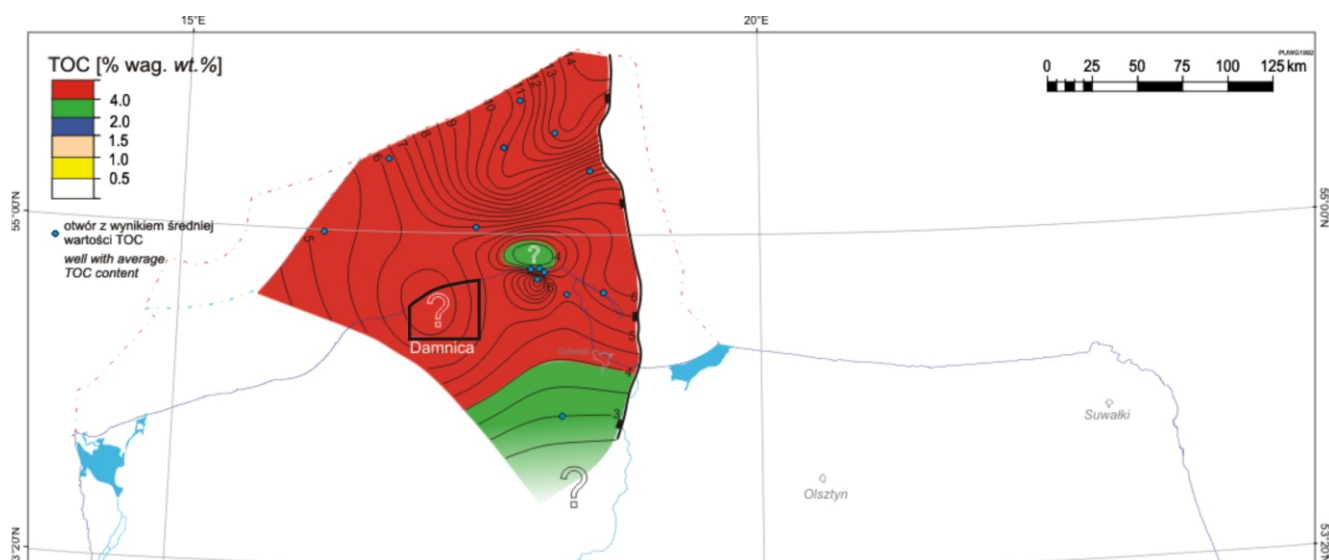


Figura 3.5. Mapa średniej zawartości materii organicznej w formacji z Piaśnicy (% wag., TOC). Symbol „?” określa obszary, na których przebieg izolinii TOC jest przypuszczalny lub nie udało się wyznaczyć ich przebiegu ze względu na niewielką ilość danych. Mapa wykreślona przez Głuszyńskiego w Karcz i Janas (2016). Obszar przetargowy oznaczony czarną ramką.

KARADOK

Skały karadoku są tożsame z formacją z Sasina i charakteryzują się wartościami od 0,13% do 6,2% wag. (mediana – 1,58% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S1, zawierają się w przedziale od 0,04 do 1,5 mg HC/g skały (mediana – 0,21 mg HC/g skały), a rezydualny potencjał węglowodorowy, wyrażony jako parametr S2, wynosi od 0,12 do 1,78 mg HC/g skały (mediana – 0,44 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy (HI) wynosi od 11 do 229 mg HC/g TOC (mediana – 37 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 440°C do 588°C (mediana – 472,2°C) wskazując, że materia organiczna rozproszona w tych utworach może znajdować się na stopniu przeobrażenia termicznego odpowiadającego granicy okna kondensatu i gazu suchego (średnia wartość T_{max} może być zaniżona ze względu na spory rozrzut wyników dla utworów karadoku). Pozostałe wyniki charakteryzujące materię organiczną rozproszoną w tych utworach zostały przedstawione w tabeli 3.3. Mapa rozkładu wartości TOC dla formacji z Sasina w obrębie polskiej części basenu bałtyckiego została przedstawiona na figurze 3.4.

KAMBR GÓRNY

Skały kambru górnego (formacja z Piaśnicy) nie zostały nawiercone przez otwór Łębork IG 1, jednak wyniki projektu „Rozpoznanie...” (2016) sugerują, iż na obszarze przetargowym Damnica skały te charakteryzują się średnimi wartościami powyżej 4% wag. Skały kambru górnego to bardzo dobre skały macierzyste. Mapa rozkładu wartości TOC dla formacji z Piaśnicy w obrębie polskiej części basenu bałtyckiego została przedstawiona na figurze 3.5.

3.1.2. ANALIZA MIKROSKOPOWA MATERII ORGANICZNEJ

METODYKA BADAŃ

Badania mikroskopowe wykonano w świetle odbitym białym oraz ultrafioletowym (UV) umożliwiającym określić obecność składników lipidowych.

Ocenę dojrzałości termicznej materii organicznej, zawartej w utworach starszego paleozoiku wykonano na podstawie pomiarów zdolności refleksyjnej materiału wityrynitopodobnego reprezentowanego przez zooklasty (głównie szczątki graptolitów) oraz ciała stałych bituminów. Składniki te charakteryzują się liniowym wzrostem zdolności odbicia światła wraz ze wzrostem stopnia przeobrażenia. (Stach i in., 1982; Taylor i in., 1998). Analizę przeprowadzono w imersji, na polerowanych fragmentach rdzeni wiertniczych przy

zastosowaniu światła odbitego białego, przy użyciu: - wzorca ze szkła optycznego o refleksyjności: 0,907 i 1,722%; filtru monochromatycznego o długości fali 546nm; olejku imersyjnego o $n_D = 1,515$ w temp. 20–25°C. Pomiary wykonano na fragmentach materii organicznej o wielkości powyżej 5 mm, przedstawione są w formie tabelarycznej obejmującej zakres pomiarów oraz ich uśrednioną wartość (%Ro). Analizę ilościową przeprowadzono metodą planimetrowania powierzchni preparatów, przy skoku mikrośruby = 0,2 mm.

APARATURA

Badania wykonane zostały na mikroskopie badawczym Axio Imager firmy Zeiss z optyką ICS (Infinity Colour Corrected System), z wyposażeniem optycznym do światła odbitego; wyposażeniem do badań fluorescencyjnych (lampa HBO 100): zestawem mikrofotometru (Spektrometr CCD SPECTRA VISION) z systemem fotometrycznym oraz specjalistycznym oprogramowaniem PMT 200 firmy J&M GmbH do pomiarów zdolności refleksyjnej materii organicznej.

WYNIKI ANALIZY MIKROSKOPOWEJ

Kambr

Utwory kambru środkowego i górnego przeanalizowano w 6 próbkach osadów klastycznych pochodzących z otworu wiertniczego Łeba 8 z interwału głębokości 2668,2–3412,0 m. Charakteryzują się one zmienną zawartością materii organicznej od 0,20 do 2,40% planimetrowanej powierzchni próbek (Tab. 3.4).

W piaskowcach kambru środkowego jej ilość waha się w granicach 0,20–0,70% wykazując tendencję spadkową w warstwach spągowych. Wyraźne wzbogacone, w materię organiczną do 2,10–2,40%, są ilowce kambru górnego. Podstawowym jej składnikiem jest materiał wityrynitopodobny reprezentowany przez homogeniczny bitumin i nieliczne fytoklasty oraz w ilowcach kambru górnego sfuzynityzowane szczątki organiczne.

Dojrzałość termiczna

Stopień przeobrażenia kambryjskiej materii organicznej z otworu wiertniczego Łeba 8, z interwału głębokości 2730,7–3140,0m odpowiada głównej fazie generowania gazów przy średniej wartości współczynnika refleksyjności zmieniającej się w granicach 1,42–1,63%Ro. Zaznacza się wyraźny wzrost dojrzałości osadów wraz z głębokością pograżenia (Tab. 3.4).

Ordowik

Utwory klastyczne ordowiku środkowego i górnego zbadane zostały w 5 próbkach pochodzących z 2 otworów wiertniczych, z interwału głębokości 2661,0–3291,5 m. Iłowce ordowiku środkowego oraz ilowce i piaskowce ordowiku

Tabela 3.4. Analiza mikroskopowa materii organicznej w profilu osadów kambru

Otwory wiertnicze	Głęb. [m]	Stratygrafia	Litologia	R_o śr. [%]	Zakres pom. [%]	Ilość pom.	Wtp/SB [%]	Iner. [%]	Lip. [%]	MO [%]
Łeba 8	2730,7	Cm3	iłc	1,44	1,20–2,00	17	2,10			2,10
Łeba 8	2735,5	Cm3	iłc	1,42	0,97–1,82	75	2,30	0,10		2,40
Łeba 8	2782,5	Cm2	psc	1,47	1,02–1,88	56	0,70			0,70
Łeba 8	2812,0	Cm2	psc	1,53	1,10–1,96	52	0,60			0,60
Łeba 8	2958,0	Cm2	psc	1,56	1,12–2,00	48	0,50			0,50
Łeba 8	3140,0	Cm2	psc	1,63	1,22–2,00	34	0,20			0,20

Cm3 – kambr górny; Cm2 – kambr środkowy; R_o śr. – średnia wartość współczynnika refleksyjności materiału wityrynitopodobnego; iłc – ilowce; psc – piaskowce; Wtp – materiał wityrynitopodobny; SB – stałe bituminy; Iner – inertynit; Lip – liptynit; MO – zawartość materii organicznej określona metodą planimetrowania powierzchni próbki.

Tabela. 3.5. Analiza mikroskopowa materii organicznej w profilu osadów ordowiku

Otworki wiertnicze	Głęb. [m]	Stratygrafia	Litologia	R_o śr. [%]	Zakres pom. [%]	Ilość pom.	Wtp/SB [%]	Iner. [%]	Lip. [%]	MO [%]
Łeba 8	2661,0	O2	iłc	1,27	0,98–1,37	58	0,70			0,70
Łeba 8	2672,7	O2	iłc	1,35	1,10–1,53	11	1,80	0,10		1,90
Łeba 8	2708,0	O2	iłc	1,37	0,98–1,58	73	1,80	0,20		2,00
Lębork IG1	3268,5	O3	psc	2,30	2,08–2,46	58	0,70			0,70
Lębork IG1	3291,5	O3	iłc	2,30	2,12–2,43	74	1,90			1,90

O2 – ordowik środkowy; O3 – ordowik górny; R_o śr. – średnia wartość współczynnika refleksyjności materiału wityritopodobnego; iłc – iłowce; psc – piaskowce; Wtp – materiał wityritopodobny; SB – stałe bituminy; Iner – inertynit; Lip – liptynit; MO – zawartość materii organicznej określona metodą planimetrowania powierzchni próbki.

górnego charakteryzują się zmienną, jednak dość bogatą, zawartością materiału organicznego rzędu 0,70–2,00% przy czym wyższe jego koncentracje związane są ze spągowymi warstwami osadów, zarówno ordowiku środkowego z otworu wiertniczego Łeba 8 jak i ordowiku górnego z otworu Lębork IG1 (Tab. 3.5).

Podstawowym składnikiem organicznym analizowanych osadów jest materiał wityritopodobny reprezentowany przez zwityrytowane fragmenty graptolitów oraz stałe bituminy (bitumin). Współwystępują z nim nieliczne macerały grupy inertynitu (głównie fuzynit i mikrynit). Utwory ilaste wzbogacone są również w asocjację organiczno-mineralną typu bitumicznego stanowiącą często masę podstawową, w której tkwią drobne ziarna homogenicznego bituminu oraz zooklasty.

Dojrzałość termiczna

Dojrzałość termiczna materii organicznej występującej w utworach środkowego ordowiku z interwału głębokości 2661,0–2708,0 m (otw. Łeba 8) odpowiada fazie generowania gazów mokrych i kondensatów przy średnich wartościach współczynnika refleksyjności zmieniających się wraz z głębokością pograżenia osadów od 1,27 do 1,37% R_o (Tab. 3.5).

Znacznie silniej przeobrażone są osady ordowiku górnego z głębokości 3268,5–3291,0 m (otw. Lębork IG1) zawierające materię organiczną w stadium generowania gazów suchych przy średnich wartościach zdolności odbicia światła wynoszących 2,30% R_o (Tab. 3.5).

Sylur

Przeanalizowano 17 próbek utworów ilastych wieku wenlok, ludlow, przydol z interwału głębokości 754,0–3219,5 m pochodzących z 2 otworów wiertniczych (Łeba 8 i Lębork IG1). Zawierają one niezbyt liczny materiał organiczny, którego ilość zmienia się od 0,20 do 1,10% planimetrowanej powierzchni próbek. Wzbogacone w materię organiczną (0,90–1,10%) są czarne łupki wenloku oraz ludlowu z otworu wiertniczego Lębork IG1 oraz pojedyncze poziomy iłowców wieku wenlok–przydol (0,70%; Tab. 3.6).

Materiał organiczny w iłowcach i łupkach zdominowany jest, podobnie jak w utworach starszych, przez macerały wityritopodobne, głównie bitumin oraz zwityrytowane fragmenty graptolitów tworzące, syngenetyczne z osadem, pasma o grubości sięgającej 100 μ m a długości dochodzącej do 3mm. Powszechnie występują drobne ziarna homogenicznego bituminu rozproszone w masie podstawowej, którą tworzy asocjacja organiczno-mineralna typu bitumicznego. W całym profilu syluru obserwuje się obecność macerałów grupy inertynitu, których ilość nie przekracza 0,10%. Macerały liptynit (alginity, liptodertynit, bituminit) występują jedynie, w ilości 0,10–0,20%, w słabiej przeobrażonych osadach z otworu Lębork IG1 (Tab. 3.6).

Dojrzałość termiczna

Stopień przeobrażenia utworów syluru wzrasta, w obu analizowanych otworach wiertniczych wraz z głębokością pograżenia (745,0–3219,5 m) i odpowiada głównej i późnej fazie generowania ropy naftowej (0,80–1,07% R_o) w osadach ludlowu z otworu Lębork IG1 (głęb. 1045,8–2173,6m) oraz przydol/wenlok z otworu Łeba 8 (głęb. 745,0–1985,0m). Dojrzałość termiczna głębszych partii syluru w obu otworach wzrasta osiągając stadium generacji gazów mokrych i kondensatów, przy refleksyjności 1,11–1,15% R_o (otw. Łeba 8) i 1,09–1,25% R_o w otworze Lębork IG1, w którym osady wenloku i spągowe partie ludlowu wchodzi w fazę generowania gazów (1,25–2,10% R_o ; Tab. 3.6).

Podsumowanie

W analizowanym kompleksie osadów klastycznych kambry, ordowiku i syluru najwyższą zawartością materii organicznej (1,90–2,40% planimetrowanej powierzchni próbki) charakteryzują się iłowce kambry górnego i ordowiku środkowego otworu wiertniczego Łeba 8 oraz ordowiku górnego z otworu Lębork IG1. W iłowcach i łupkach syluru najwyższą zawartość materiału organicznego obserwuje się w łupkach wenloku (0,90–1,10%) oraz

Materiał organiczny pochodzący z osadów kambry, ordowiku i syluru jest bardzo słabo zróżnicowany pod względem typu genetycznego, składu petrograficznego oraz formy występowania. Reprezentowany jest on przez stałe bituminy (bitumin) oraz zwityrytowane zooklasty. W utworach kambryjskich są to najczęściej szczątki trylobitów podczas gdy w osadach ordowiku i syluru – graptolity. W najsłabiej przeobrażonych osadach ludlowu z otworu wiertniczego Lębork IG1 występują, w niewielkiej ilości, macerały grupy liptynit (alginity, liptodertynit, bituminit). W pojedynczych próbkach obserwuje się również niewielkie impregnacje bitumiczne.

Stopień przeobrażenia materii organicznej, określony na podstawie zdolności odbicia światła składników organicznych o cechach optycznych wityritu (głównie bitumin oraz szczątki graptolitów) wzrasta w profilu pionowym badanych osadów, w interwale głębokości 756,0–3291,5m. Zmienia się od głównej fazy generowania ropy naftowej (0,80–1,09% R_o) w osadach syluru (wenlok–przydol – Łeba 8, ludlow – Lębork IG1) przez fazę generowania gazów mokrych i kondensatów (1,11–1,37% R_o) w iłowcach ordowiku środkowego i spągowych partiach wenloku z otworu Łeba 8 oraz Lębork IG1 po fazę generowania gazów, w tym gazów suchych (1,42–2,30% R_o) w utworach kambry (otw. Łeba 8) oraz ordowiku górnego i wenloku (otw. Lębork IG1).

Uzyskane dane pozwalają stwierdzić, iż maksymalne paleotemperatury diagenety analizowanych osadów zmieniały się w granicach 80–210°C (Gaupp i Batten., 1985).

Dojrzałość termiczna materii organicznej na obszarze obszaru przetargowego Damnica.

Tabela 3.6. Analiza mikroskopowa materii organicznej w profilu osadów syluru

Otworki wiertnicze	Głęb. [m]	Stratygrafia	Litologia	R_o śr. [%]	Zakres pom [%]	Ilość pom.	Wtp/SB [%]	Iner. [%]	Lip. [%]	MO [%]
Łeba 8	754,0	Spr	iłc	0,93	0,82–1,00	34	0,20			0,20
Łeba 8	1290,0	Sw/pr	iłc	1,02	0,87–1,08	48	0,40	0,10		0,50
Łeba 8	1633,0	Sw/pr	iłc	1,06	0,90–1,11	62	0,60	0,10		0,70
Łeba 8	1829,0	Sw/pr	iłc	1,05	0,93–1,15	39	0,40			0,40
Łeba 8	1985,0	Sw/pr	iłc	1,07	0,89–1,16	51	0,50	0,10		0,60
Łeba 8	1991,5	Sw/pr	iłc	1,05	0,92–1,19	67	0,70			0,70
Łeba 8	2321,5	Sw/pr	iłc	1,11	0,95–1,21	50	0,50			0,50
Łeba 8	2496,0	Sw	iłc	1,15	0,97–1,26	44	0,40	0,10		0,50
Lębork IG1	1045,8	Sld	iłc	0,80	0,68–0,93	43	0,20			0,20
Lębork IG1	1092,0	Sld	iłc	0,82	0,66–0,95	46	0,20		0,10	0,30
Lębork IG1	1386,7	Sld	iłc	0,82	0,70–0,93	38	0,30	0,10	0,10	0,50
Lębork IG1	1569,7	Sld	łpk	0,84	0,67–0,95	54	0,60		0,10	0,70
Lębork IG1	1764,8	Sld	łpk	0,83	0,70–0,94	58	0,60	0,10	0,10	0,80
Lębork IG1	1975,0	Sld	łpk	0,88	0,72–0,99	65	0,80	0,10		0,90
Lębork IG1	2173,6	Sld	iłc	1,00	0,81–1,10	57	0,50			0,50
Lębork IG1	2356,0	Sld	iłc	1,09	0,92–1,17	62	0,60	0,10		0,70
Lębork IG1	2572,7	Sld	iłc	1,13	0,89–1,20	64	0,70	0,10		0,80
Lębork IG1	2809,1	Sld	iłc	1,25	1,00–1,32	48	0,50			0,50
Lębork IG1	3052,5	Sld	iłc	1,58	1,22–1,65	66	0,60	0,10		0,70
Lębork IG1	3171,5	Sw	iłc	1,89	1,72–2,10	70	0,80	0,10		0,90
Lębork IG1	3219,5	Sw	łpk	2,10	1,89–1,30	72	1,10			1,10

Spr – sylur, przydol; Sw – sylur, wenlok; Sld – sylur, landower; R_o śr. – średnia wartość współczynnika refleksyjności materiału wityritopodobnego; iłc – iłowce; łpk-łupki; Wtp – materiał wityritopodobny; SB – stałe bituminy; Iner – inertynit; Lip – liptynit; MO – zawartość materii organicznej określona metodą planimetrowania powierzchni próbki.

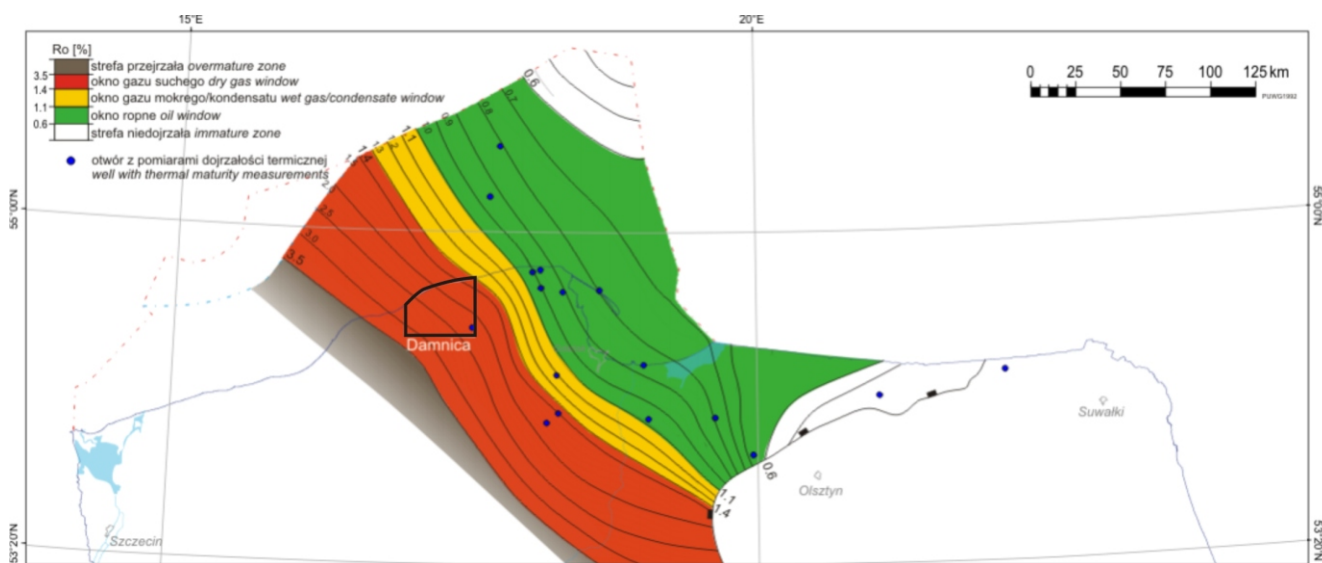


Figura 3.6. Mapa rozkładu dojrzałości termicznej materii organicznej rozproszonej w utworach formacji z Sasina w polskiej części basenu bałtyckiego. Obszar przetargowy oznaczony czarną ramką. Mapa wykreślona przez Głuszyńskiego w: Grotke (2016).

Wieloletnie badania dojrzałości termicznej materii organicznej rozproszonej w utworach dolnego paleozoiku syneklizy perybaltyckiej wykonane przez Grotek (1999), jak i wyniki projektu „Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce – etap I” sugerują, że najbardziej perspektywiczne utwory formacji z Piaśnicy, Sasina, Pelplina oraz ogniwa z Jantaru mogą znajdować się w obrębie obszaru przetargowego Damnica w oknie gazu suchego (1,4–3,5% R_o ; Fig. 3.6).

3.1.3. CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA MATERII ORGANICZNEJ

OPIS MATERII ORGANICZNEJ

Otwór Łeba 8

W otworze Łeba 8 przebadano utwory ediakaru, dolnego i środkowego kambru, ordowiku, syluru i górnego permu (pojedyncza próbka).

Utwory eokambru zawierają małą ilość węgla organicznego śr. 0,17%, (max. 0,3%, min. 0,1%); (zestawienie 1), co określa je jako „biedne” skały dla generowania węglowodorów.

Zestawienie 1

Średnia zawartość węgla organicznego w badanych utworach

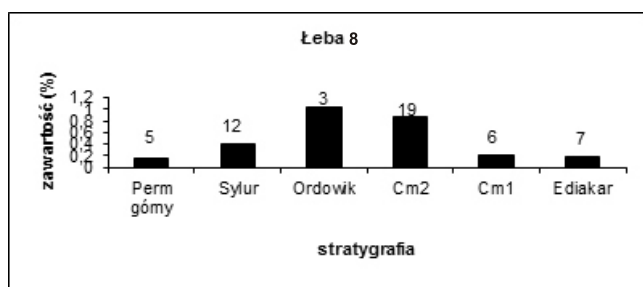
Stratygrafia	śr. C _{org.} %	ilość próbek	max. C _{org.}	min. C _{org.}
Perm górny	0,14	5	0,2	0,1
Sylur	0,39	12	0,6	0,2
Ordowik	1,03	3	1,9	0,6
Cm ₂	0,88	19	7,3	0,2
Cm ₁	0,2	6	0,3	0,1
Ediakar	0,17	7	0,3	0,1

Objaśnienia skrótów:

C_{org.} – węgiel organiczny

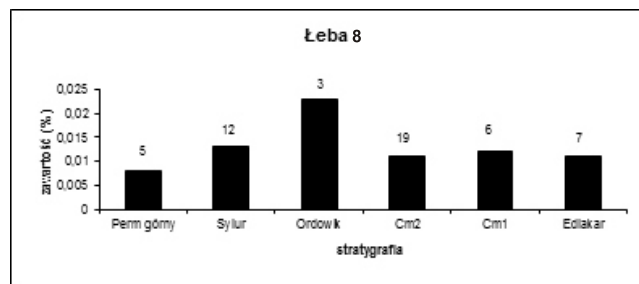
Cm₂ – kambr środkowy

Cm₁ – kambr dolny



Średnia zawartość bituminów w badanych utworach

Stratygrafia	śr. % bitum.	ilość próbek	max. % bitum.	min. % bitum.
Perm górny	0,008	5	0,013	0,005
Sylur	0,013	12	0,025	0,003
Ordowik	0,023	3	0,037	0,015
Cm ₂	0,011	19	0,057	0,001
Cm ₁	0,012	6	0,016	0,007
Ediakar	0,011	7	0,019	0,006



W utworach tych występuje mała ilość bituminów (śr. 0,011). Wyższa zawartość bituminów wydzielona z tych utworów charakteryzuje się wysokimi wartościami współczynnika migracji czyli jest epigenetyczna z osadem. Współczynnik migracji jest to stosunek ilości węglowodorów w skałe do zawartości węgla organicznego w skałe (Gondek 1980).

Piaszczyste utwory dolnego kambru są również ubogie pod względem zawartości węgla organicznego (śr. 0,2%) i bituminów (śr. 0,012%) jak podległe utwory eokambru.

Utwory środkowego kambru są bardzo zróżnicowane pod względem zawartości węgla organicznego jak i rodzaju sedimentacji. Generalnie w piaszczysto-iłowcowym kompleksie skalnym ilość C_{org.} występuje od 0,6% do 0,2%, jednak w stropie pionowego profilu w wapieniach ilość C_{org.} wzrasta do 7,3%; (zestawienie 1). Wapienie w stropie zawierają również podwyższoną ilość bituminów o charakterze syngenetycznych z osadem. W całym profilu utworów środkowego kambru ilość bituminów jest niewysoka od 0,020% do 0,001%.

Utwory ordowiku mają zróżnicowaną ilość węgla organicznego śr. 1,03% (max. 1,9% min. 0,6%). W mniejszym stopniu zróżnicowana jest ilość bituminów wynosi od 0,037% do 0,015% (zestawienie 1). Wyższa ilość bituminów zawiera duży udział węglowodorów, w których ilościowo dominują węglowodory nasycone nad węglowodory aromatycznym. Wartość współczynnika migracji wskazuje, iż podwyższona ilość bituminów w tych utworach jest syngenetyczna z osadem. Skład bituminów sugeruje, iż bituminy te są dojrzałe.

W utworach syluru nie występuje duża ilość węgla organicznego śr. 0,39%, mała jest też ilość bituminów śr. 0,013%. Bituminy mają cechy epigenetycznych z osadem.

Ilość węgla organicznego w utworach górnego permu jest bardzo mała (0,2–0,1%). Zawartość składników labilnych oznaczonych w tych utworach jest również mała (zestawienie 1). Podwyższona ilość bituminów w utworach górnego permu jest epigenetyczna z osadem.

Przeprowadzona w utworach dolnego paleozoiku (kambr, ordowik, sylur) analiza biomarkerów prostych (n-alkanów) pochodzących z materii organicznej wykazała, iż pochodzi ona z rozpadu alg i bakterii. W dystrybucji n-alkanów występują związki o krótkich łańcuchach węglowych z parzystą liczbą węgli w cząsteczce pochodzące z rozpadu bakterii i związki z nieparzystą liczbą węgli łączone z rozkładem alg; (Maliński i Witkowski, 1988; Fig. 3.7A,B i 3.8A). Zmienny jest udział bakterii lub alg w wyjściowej materii organicznej.

Wskaźniki CPI_{Tot}, CPI₁₇₋₂₃ i CPI₂₅₋₃₁ wyliczane wg. Kotarba i in. (1994) określają stopień przeobrażenia materii organicznej. Wartość wskaźników wyliczonych dla materii organicznej pochodzących z utworów dolnego paleozoiku generalnie jest ok. jedności. Wskaźniki pokazują, iż materia organiczna jest dobrze przeobrażona. Jednocześnie dla części materii organicznej wartość wskaźników jest poniżej jedności co świadczy o większym udziale bakterii niż alg w składzie materii organicznej.

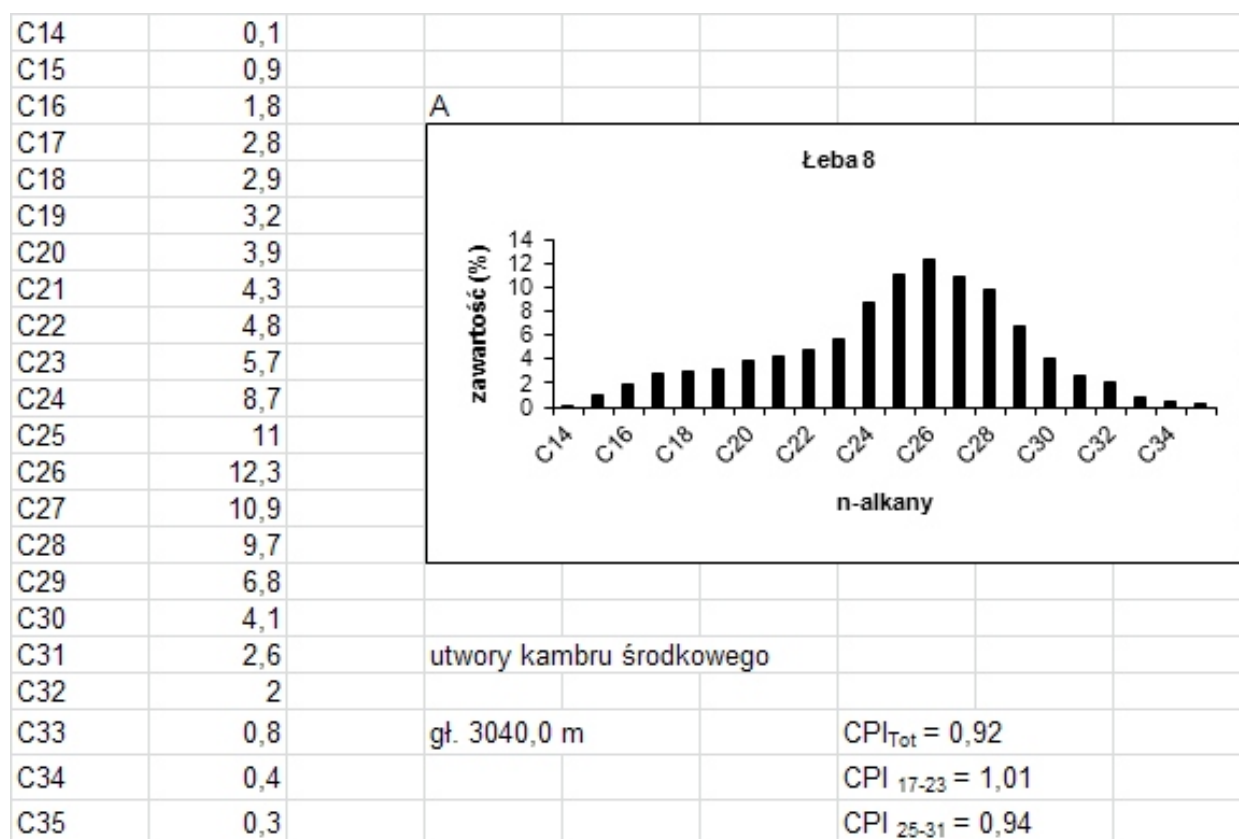


Figura 3.7A. Dystrybucja n-alkanów z utworów kambru środkowego z otworu Łeba 8 (gł. 3040,0 m).

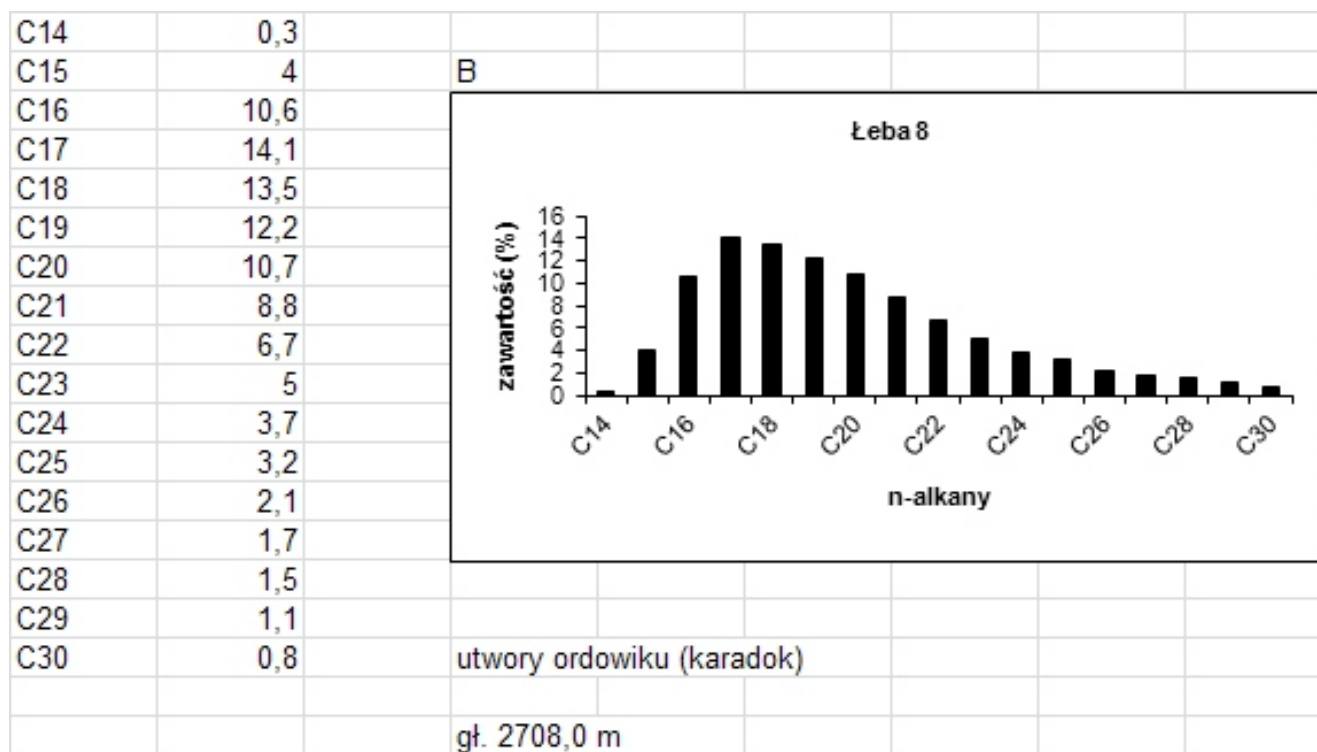


Figura 3.7B. Dystrybucja n-alkanów z utworów ordowiku (karadoku) z otworu Łeba 8 (gł. 2708,0 m).

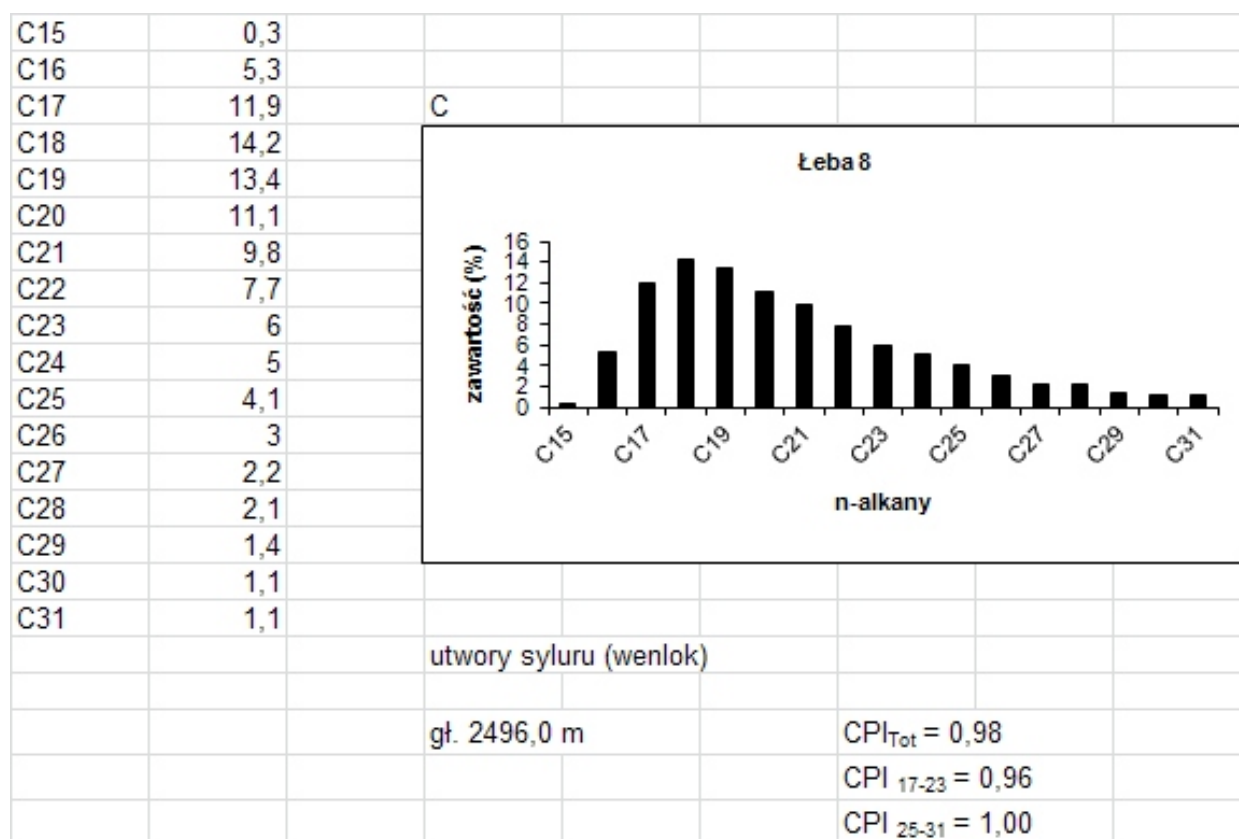


Figura 3.8A. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru z otworu Łeba 8 (gł. 2496,0 m).

Otwór Smółdzino 1

W otworze Smółdzino 1 przebadano utwory dolnego i środkowego kambru, ordowiku, syluru i dolnego permu (pojedyncza próbka).

Klastyczne utwory dolnego kambru są ubogie w węgiel organiczny śr. 0,21% (max. 0,4%, min. 0,1%). Bituminy w tym otworze występują również w małej ilości (śr. 0,006%).

Uwzględniając ilość materii organicznej obecnej w tych utworach należy stwierdzić, iż są one „biednymi” skałami macierzystymi dla generowania węglowodorów.

Podwyższona nieznacznie ilość bituminów w iłowcach jest syngenetyczna z osadem.

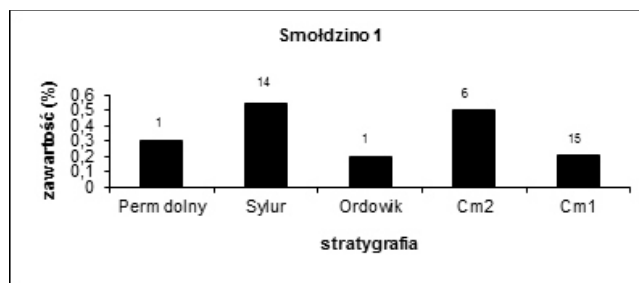
Utwory kambru środkowego zawierają również małą ilość węgla organicznego (śr. 0,5%), którego ilość zmniejsza się w stropie kompleksu wraz ze zmianą sedymentacji, przejściu z utworów ilastych w utwory piaszczyste (zestawienie 2).

Zestawienie 2

Średnia zawartość węgla organicznego w badanych utworach

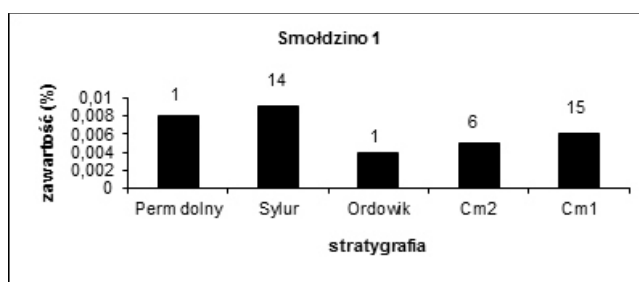
Stratygrafia	śr. C _{org.} %	ilość próbek	max. C _{org.}	min. C _{org.}
Perm dolny	0,3	1	0,3	0,3
Sylur	0,54	14	1,2	0,2
Ordowik	0,2	1	0,2	0,2
Cm ₂	0,5	6	0,7	0,2
Cm ₁	0,21	15	0,4	0,1

Objaśnienia skrótów:
C_{org.} – węgiel organiczny
Cm₂ – kambr środkowy
Cm₁ – kambr dolny



Średnia zawartość bituminów w badanych utworach

Stratygrafia	śr % bitum.	ilość próbek	max. % bitum.	min. % bitum.
Perm dolny	0,008	1	0,008	0,008
Sylur	0,009	14	0,024	0,001
Ordowik	0,004	1	0,004	0,004
Cm ₂	0,005	6	0,009	0,002
Cm ₁	0,006	15	0,009	0,002



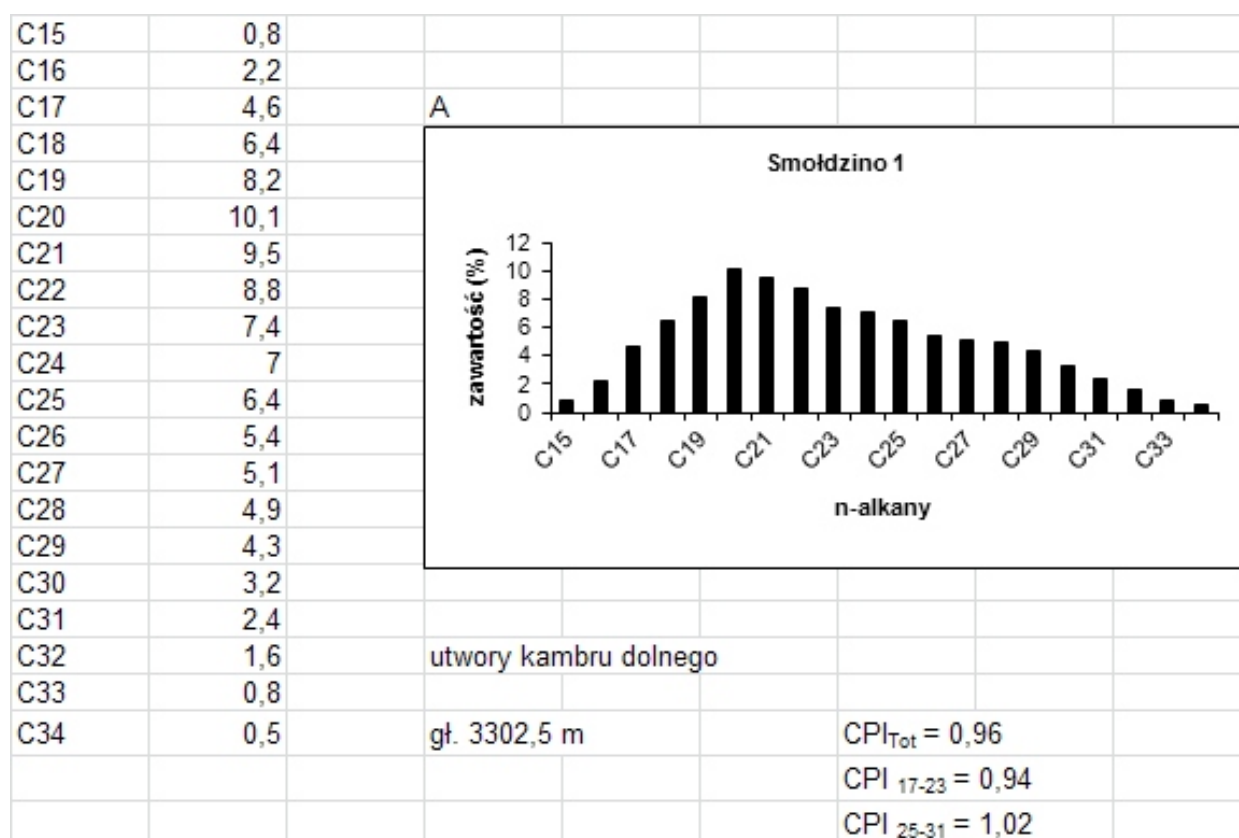


Figura 3.9A. Dystrybucja n-alkanów z utworów dolnego kambru z otworu Smółdzino 1 (gł. 3302,5 m).

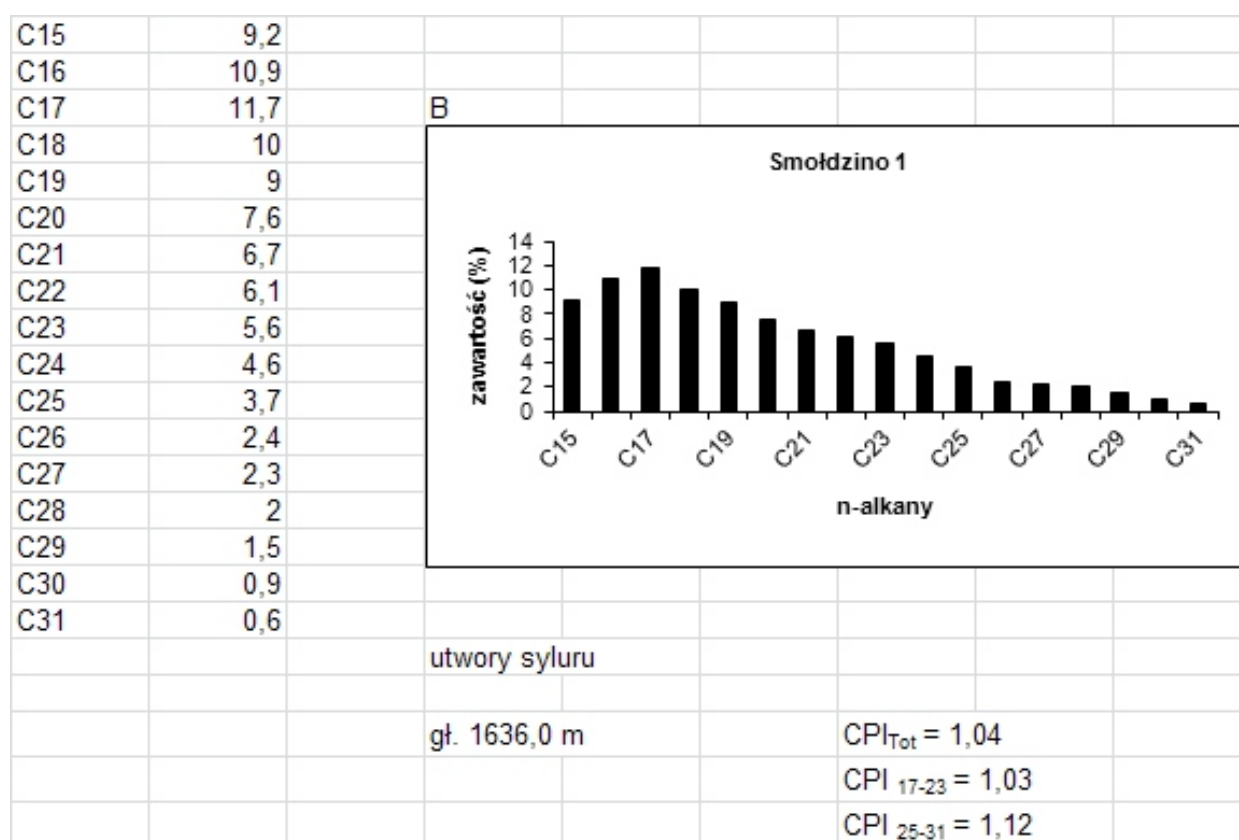


Figura 3.9B. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru z otworu Smółdzino 1 (gł. 1636,0 m).

Słabo przebadane utwory ordowiku zawierają 0,2% C_{org}. Ilość bituminów w tych utworach jest mała wynosi 0,004%.

Utwory syluru zawierają średnio 0,54% węgla organicznego (zestawienie 2). Zawartość węgla organicznego występuje nierównomiernie, w spągu utworów ilość C_{org} jest największa (1,2–0,9%), następnie zmniejsza się do ok. 0,2% aby nieznacznie zwiększyć się w górnych partiach kompleksu (0,6%). Natomiast mała ilość bituminów występuje w utworach bogatszych w węgiel organiczny, średnia ilość składników labilnych wynosi 0,009%; (zestawienie 2). Podwyższona ilość bituminów zawiera ok. 50% węglowodorów, w których jest duży udział węglowodorów nasyconych i mały węglowodorów aromatycznych. Uwzględniając wartość współczynnika migracji należy przypuszczać, iż podwyższona ilość bituminów jest epigenetyczna z osadem.

Słabo przebadane utwory dolnego permu zawierają małą ilość węgla organicznego 0,3% i niewielką ilość bituminów 0,008%; (zestawienie 2).

Generalnie należy określić kompleks skalny w tym otworze jako „słaby” dla generowania węglowodorów.

Analiza n-alkanów pochodzących z materii organicznej z tych utworów wykazała, iż materiałem wyjściowym były algi i bakterie. W dystrybucji n-alkanów w dużej ilości występują związki o krótkich łańcuchach węglowych z parzystą liczbą węgli pochodzące z rozpadu bakterii i z liczbą nieparzystą łączone z rozkładem alg; (Maliński i Witkowski, 1988); W utworach środkowego kambru zaznacza się większy udział bakterii (Fig. 3.9A), natomiast w utworach syluru przeważają algi (Fig. 3.9B).

Wartość wskaźników CPI_{Tot}, CPI₁₇₋₂₃ i CPI₂₅₋₃₁ wyliczonych dla materii organicznej pochodzących z utworów środkowego kambru jest ok. jedności. Wskaźniki pokazują, iż materia organiczna jest dobrze przeobrażona. Jednocześnie dla materii organicznej z utworów syluru ta wartość jest poniżej jedności co pozwala stwierdzić, iż w materii organicznej w tych utworach jest większy udział bakterii niż alg. Wskaźniki wyliczane są według określonych wzorów (Kotarba i in., 1994).

Otwór Lębork IG 1

W wapieniu z dolnego ordowiku – darriwilu występuje nieduża ilość węgla organicznego 0,41% i bardzo mała ilość bituminów (0,002%).

W wyżej położonych utworach ordowiku (sandb) zawartość węgla organicznego jest znaczna 0,95%, natomiast bardzo mała jest zawartość bituminów 0,002%; (zestawienie 3).

Zestawienie 3

Średnia zawartość węgla organicznego w badanych utworach

Stratygrafia	śr. C _{org} . %	ilość próbek	max. C _{org} .	min. C _{org} .
P2	0,24	14	0,4	0,1
P1	0,61	1	0,61	0,61
Sld	0,57	183	1,27	0,01
Sw	0,96	10	1,15	0,62
Sla	0,54	3	0,6	0,51
Okat	1,32	2	1,9	0,74
Osandb	0,95	1	0,95	0,95
Odar	0,41	1	0,41	0,41

Objaśnienia skrótów:

C_{org}. – węgiel organiczny

P2 – perm górny

P1 – perm dolny

Sld – sylur, ludlow

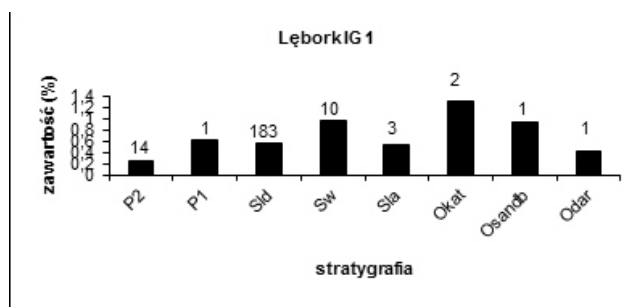
Sw – sylur, wenlok

Sw – sylur, landower

Okat – ordowik, kat

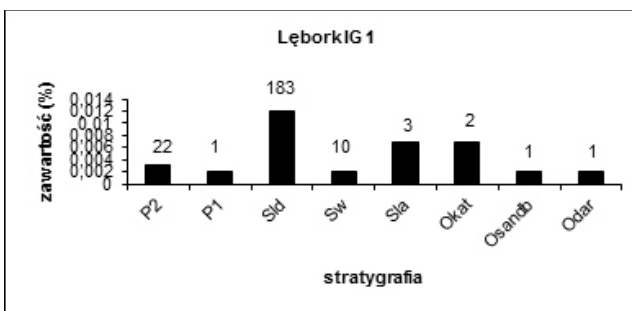
Osandb – ordowik, sandb

Odar – ordowik, darriwil



Średnia zawartość bituminów w badanych utworach

Stratygrafia	śr. bitum. %	ilość próbek	max. bitum. %	min. bitum. %
P2	0,003	22	0,012	0,0001
P1	0,002	1	0,002	0,002
Sld	0,012	183	0,346	0,0001
Sw	0,002	10	0,003	0,001
Sla	0,007	3	0,011	0,003
Okat	0,007	2	0,014	0,002
Osandb	0,002	1	0,002	0,002
Odar	0,002	1	0,002	0,002



Mułowcowo-ilaste utwory środkowego ordowiku (kat) zawierają zróżnicowaną ilość węgla 1,90% i 0,74%. Zróżnicowana jest także zawartość bituminów wynosi 0,014% lub 0,002% (zestawienie 3).

W utworach dolnego syluru średnia zawartość węgla organicznego wynosi 0,54% (min. 0,51%, max. 0,60%). Niska jest zawartość składników labilnych 0,002–0,011%. Badania bituminów występujących w podwyższonej nieznacznie zawartości wykazały, iż składają się one z małej ilości węglowodorów a duży jest w nich udział frakcji żywicy i asfaltenów. W składzie węglowodorów przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi. Wartość współczynnika migracji określa te bituminy jako syngenetyczne z osadem (współczynnik migracji jest to stosunek węglowodorów obecnych w skale do ilości węgla organicznego w tej skale; Gondek, 1980).

Wyższa ilość węgla organicznego średnio 0,96% (min. 0,62 – max. 1,15%) występuje w utworach wenloku (zestawienie 3). Utwory wenloku generalnie wykazują cechy „dobrych” skał macierzystych dla generowania węglowodorów (Peters, 1986). Ilość bituminów wydzielonych z tych skał jest bardzo mała (0,001–0,003%).

Lębork IG 1

n-alkany	zawartość, content (%)
C14	0
C16	0
C17	2.5
C18	23.5
C19	23.8
C20	19.5
C21	5.8
C22	3.8
C23	5.0
C24	3.0
C25	3.0
C26	4.0
C27	2.0
C28	1.8
C29	1.2
C30	1.2
C31	1.2
C32	0.8
C34	0

utwory syluru (landower, aeron)			
			CPI _{Tot} = 0,76
gł. 3268,5 m			CPI ₁₇₋₂₃ = 0,72
			CPI ₂₅₋₃₁ = 0,77

A

Lębork IG 1

n-alkany	zawartość, content (%)
C14	0.3
C16	4.8
C18	9.2
C20	9.3
C22	8.5
C24	8.4
C26	8.4
C28	8.1
C30	8.0
C32	7.5
C34	6.5
C36	5.7
C38	4.1
C40	3.0
C42	2.5
C44	2.4
C46	1.6
C48	1.0
C50	0.5
C52	0.0

zawartość, content (%)

n-alkany

utwory syluru (ludlow)			
		CPI _{Tot} = 0,92	
gl. 2264,9 m		CPI 17-23 = 1,01	
		CPI 25-31 = 0,94	

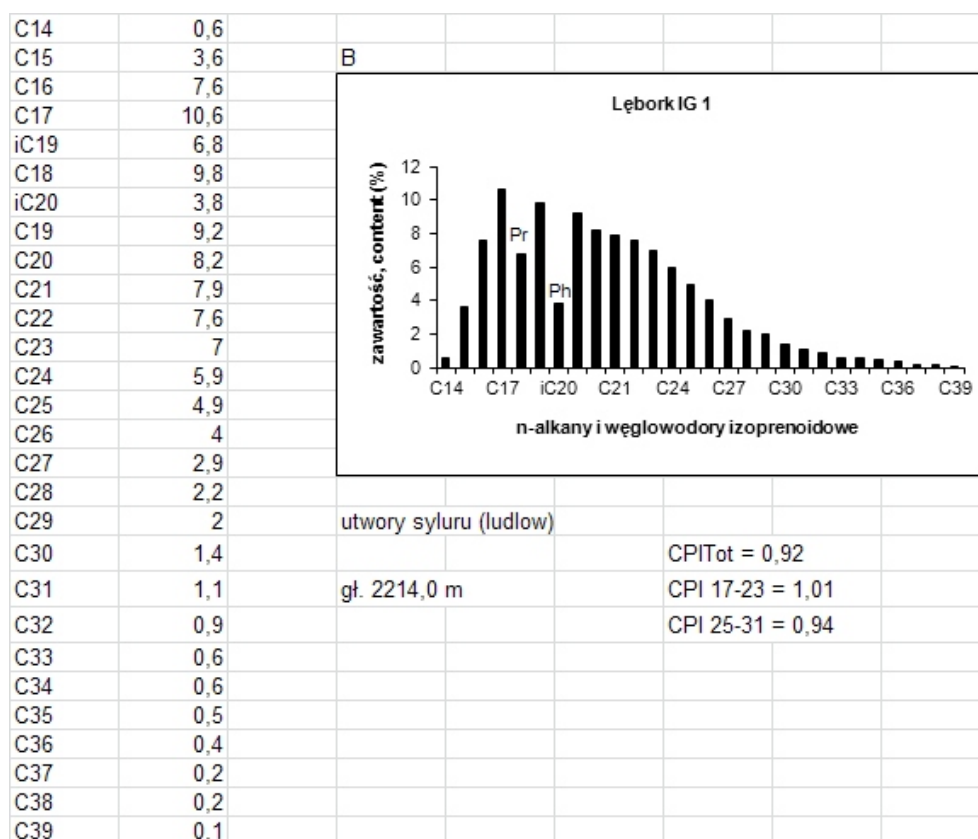


Figura 3.11B. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 2214,0 m).

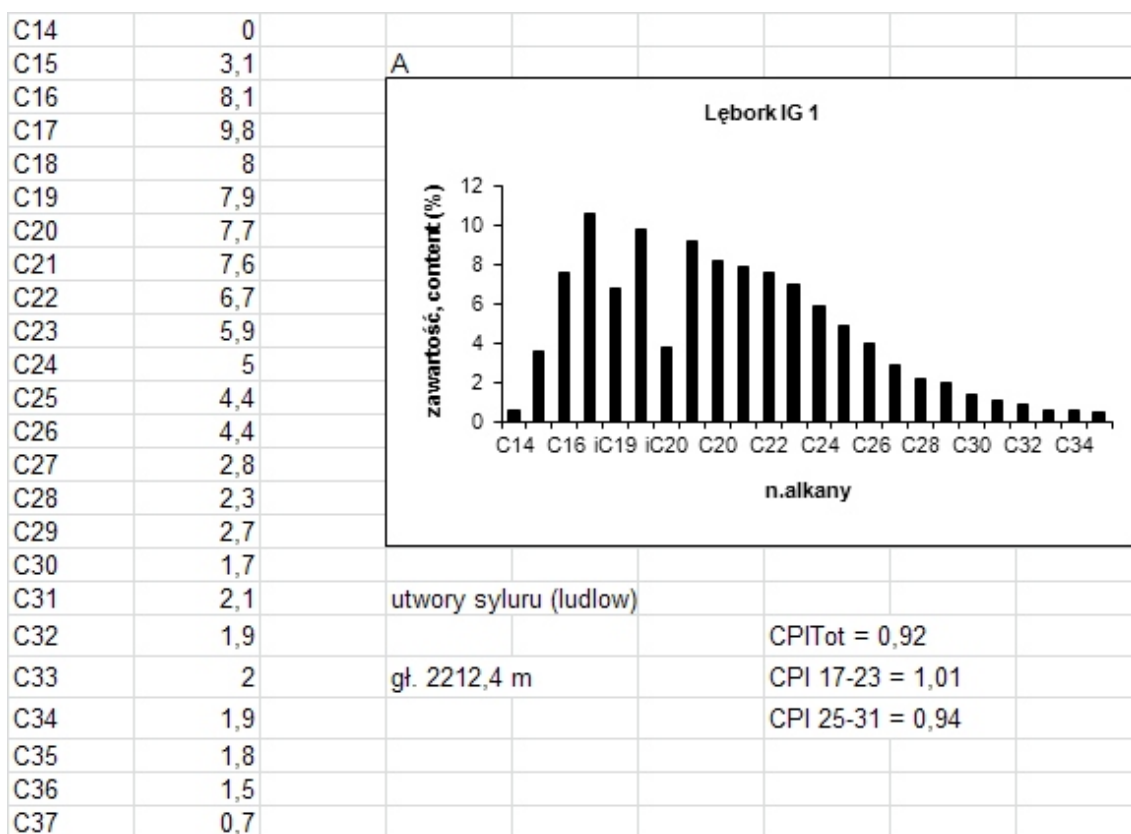


Figura 3.12A. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 2212,4 m).

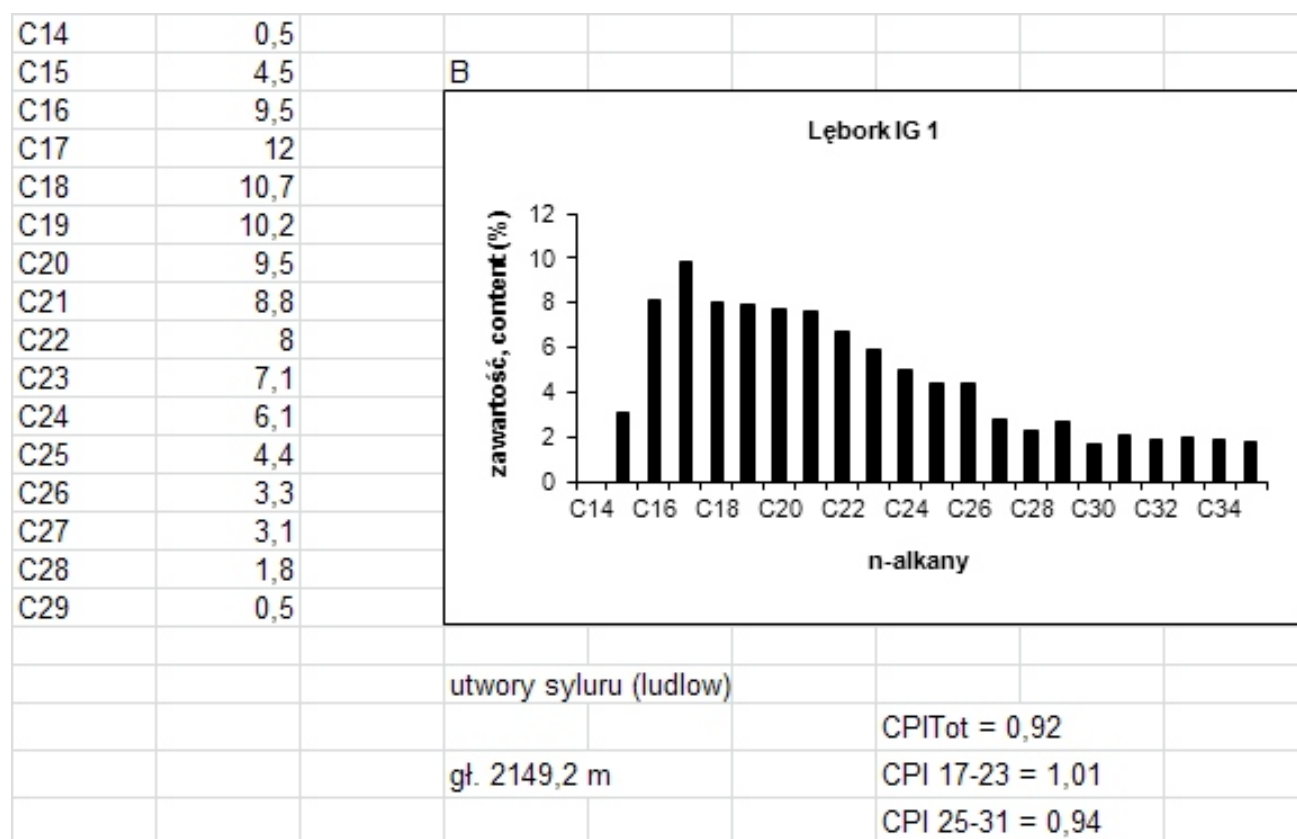


Figura 3.12B. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 2149,2 m).

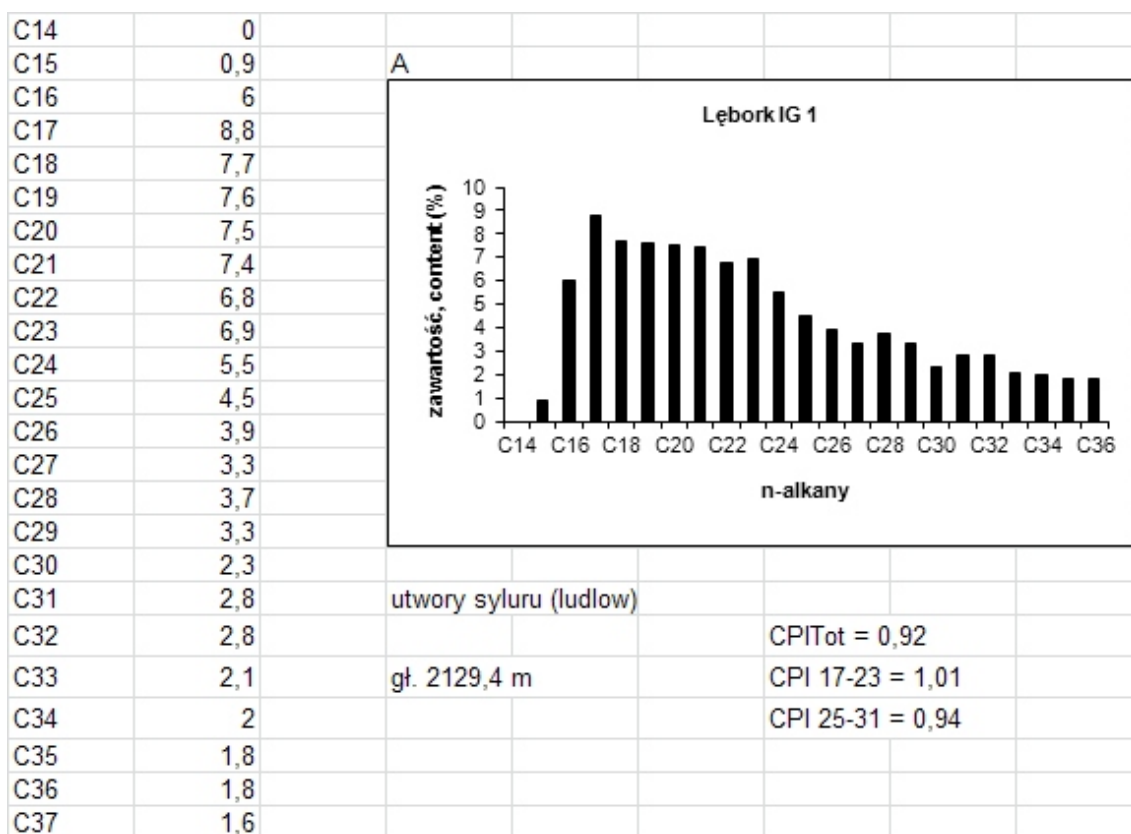


Figura 3.13A. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 2129,4 m).

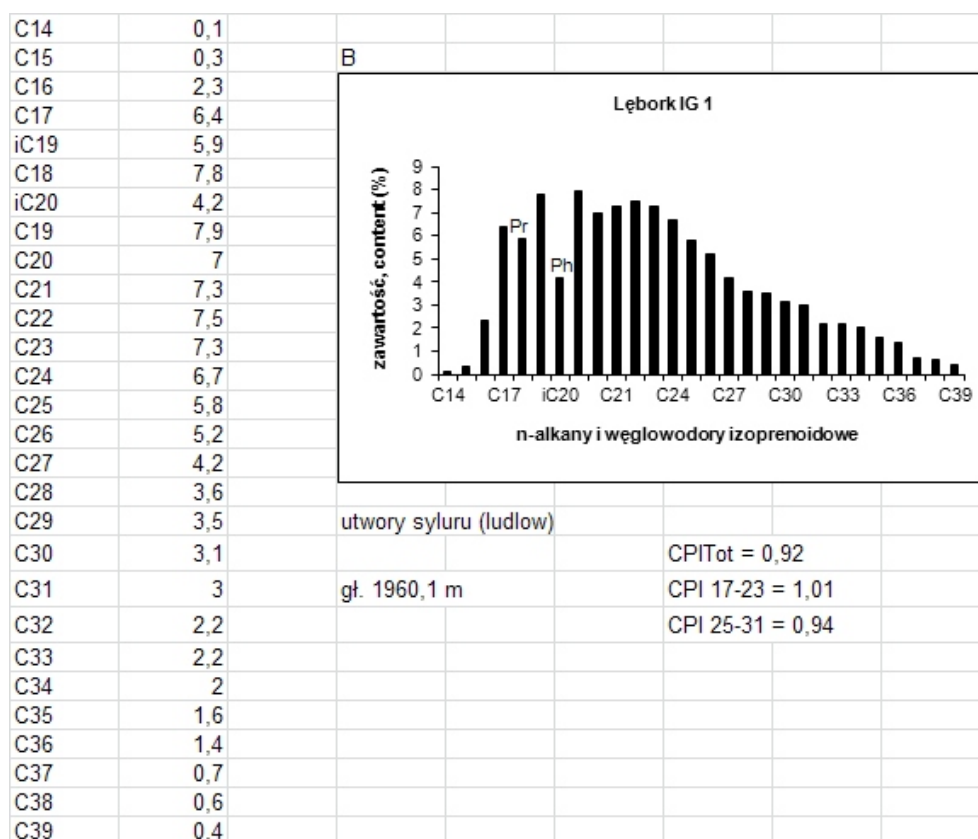


Figura 3.13B. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 1960,1 m).

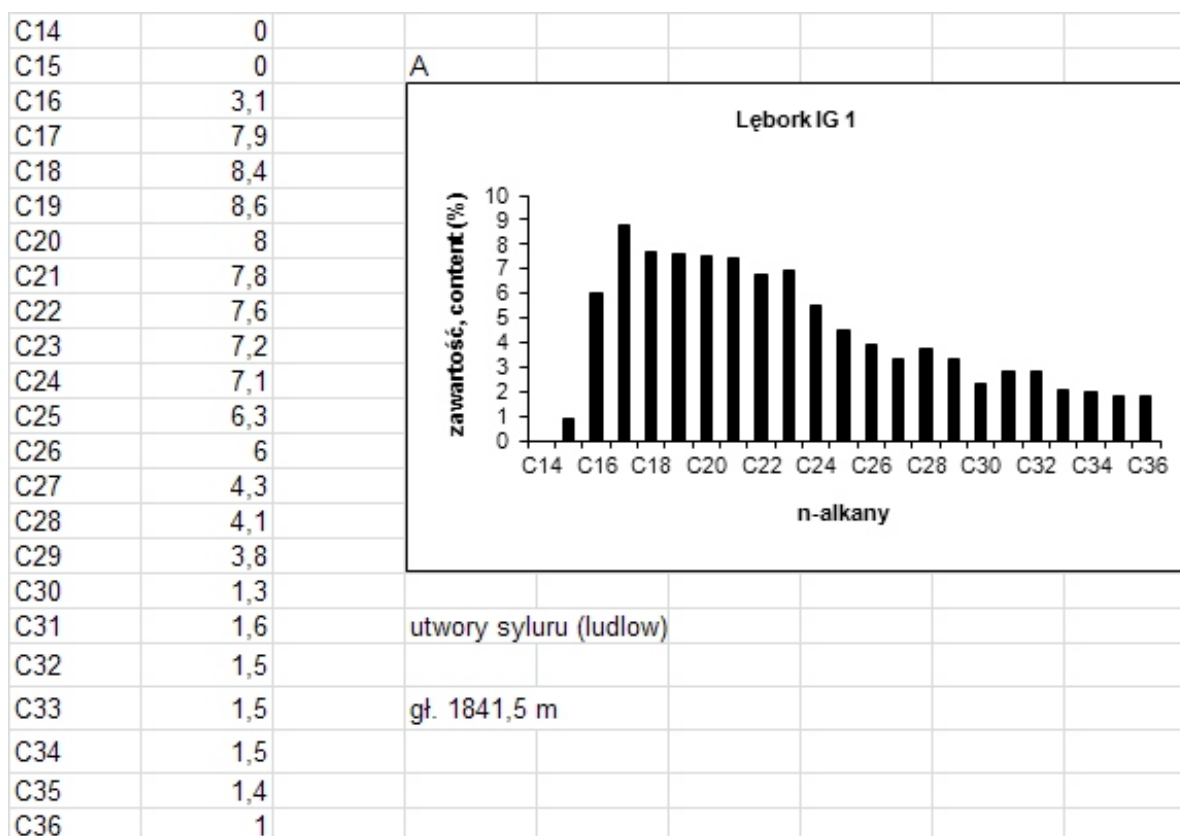


Figura 3.14A. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 1841,5 m).

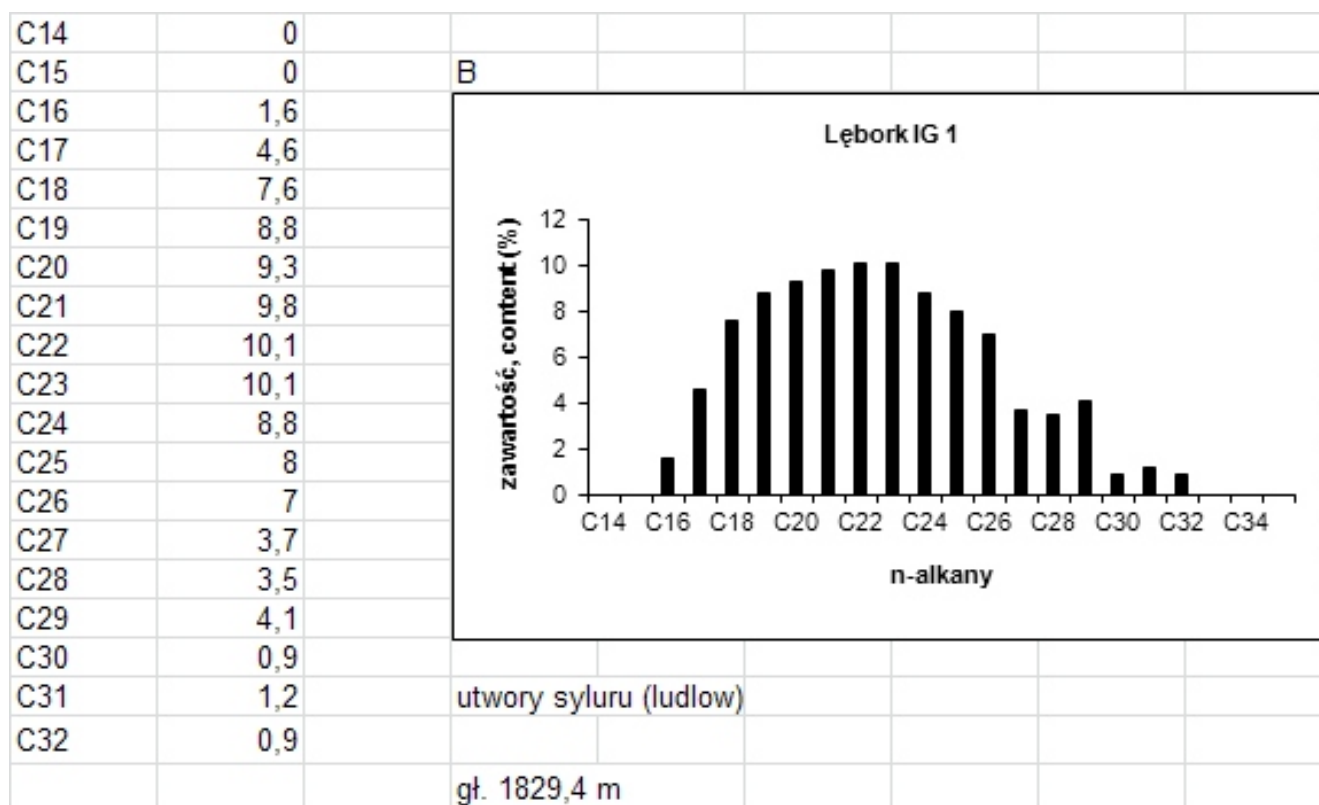


Figura 3.14B. Dystrybucja n-alkanów z utworów syluru (ludlow) z otworu Lębork IG 1 (gł. 1829,4 m).

syluru zwiększa się udział alg. Stopień przeobrażenia materii organicznej jest wysoki.

og. z Jantaru	n.o.	n.o.	n.o.
fm. z Sasina	2,85	4,91	n.o.
fm. z Piaśnicy	n.o.	n.o.	n.o.

3.2. SKAŁY ZBIORNIKOWE

Lębork IG-1

W rozpatrywanym powyżej dolnopaleozoicznym, niekonwencjonalnym systemie naftowym skałami zbiornikowymi są jednocześnie skały macierzyste, które zostały opisane powyżej. W ramach tematu pn. „Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce – etap I” INiG-PIB w Krakowie wykonał pomiary porowatości całkowitej i efektywnej na podstawie metody NMR oraz przepuszczalności całkowitej próbek łupkowych formacji perspektywicznych (kambru, ordowiku, syluru) pochodzących m.in. z otworu wiertniczego Lębork IG 1 (Tab. 3.7). Wyniki przedstawiono poniżej w formie tabelarycznej (Tab. 3.8).

Tabela 3.7. Ilość przebadanych próbek dla poszczególnych perspektywicznych formacji (Rozpoznanie..., 2016)

	fm. z Pelplina	og. z Jantaru	fm. z Sasina	fm. z Piaśnicy
Lębork IG-1	19	0	1	0

Tabela 3.8. Uśrednione wyniki wybranych badań petrofizycznych dla poszczególnych perspektywicznych formacji dla próbek z otworu wiertniczego Lębork IG 1 (Rozpoznanie..., 2016)

	Średnia porowatość efektywna (NMR) [%]	Średnia porowatość całkowita (NMR) [%]	Przepuszczalność [mD]
fm. z Pelplina	5,25	9,44	n.o.

3.3. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE

Doskonałą skałą uszczelniającą są ewaporaty cyklu PZ1. Na obszarze przetargowym mają one miąższość powyżej 100 m, przy czym – z uwagi na diachroniczność granic anhydryt dolny-najstarsza sól kamienna oraz najstarsza sól kamienna – anhydryt górny – obserwuje się dość duże różnice w miąższościach tych utworów w poszczególnych częściach obszaru przetargowego. W przypadku utworów dolomitu głównego na obszarze przetargowym, z wyjątkiem jej SE części, powyżej dolomitu głównego występują na większej części obszaru utwory szarego iłu solnego i dolomitu płytowego; jedynie w części SE występuje cienka (do kilku m) seria anhydrytów. Dopiero stropowa seria terygeniczna może być traktowana jako skała uszczelniająca. Poniżej mapa miąższości cechsztynu (Fig. 3.15).

Dodatkowym i traktowanym warunkowo horyzontem uszczelniającym dla górnordowicko-dolnosylurskiego horyzontu perspektywicznego mogą być utwory ludlowu i przydolu ze względu na bardzo duże miąższości ludlowu oraz przydolu i niskie wartości porowatości i przepuszczalności.

3.4. SKAŁY NADKŁADU

W obrębie obszaru przetargowego Damnica przewiduje się na podstawie profilu litostratygraficznego otworu Lębork IG 1 występowanie skał nadkładu składających się ze skał ludlowu (miąższość ok. 1994 m), skał przydolu (miąższość ok. 40,4 m), skał permu (miąższość ok. 271 m), skał triasu (miąższość ok.

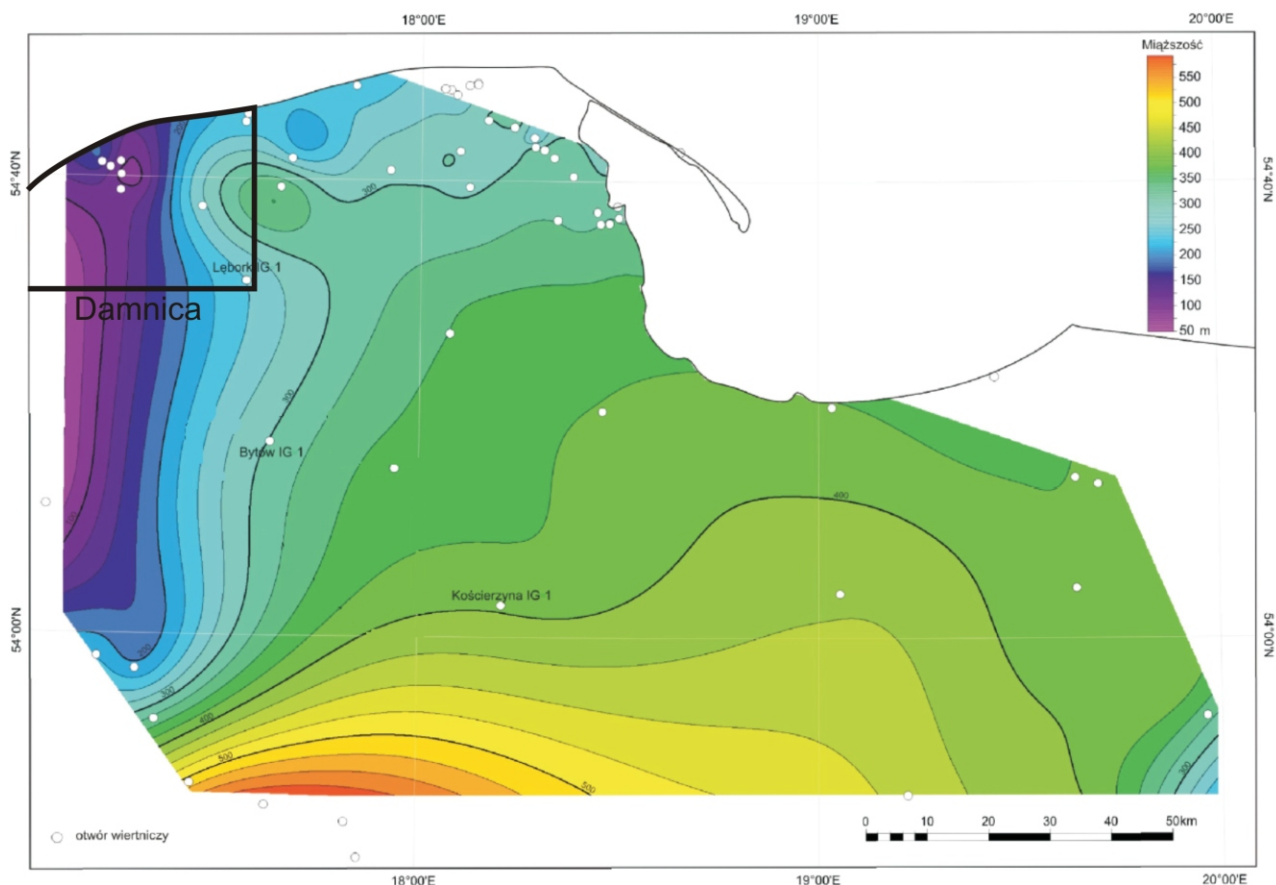


Figura 3.15. Mapa miąższości cechsztynu w północno-zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej (Głuszyński, wg Praca zbiorowa, 2015).

329,4 m), skał kredy (miąższość ok. 286,5 m), skał paleogenu i neogenu (łączna miąższość ok. 71,5 m) oraz skał czwartorzędu (miąższość ok. 71,5 m). Za łączną miąższość skał nadkładu potencjalnie perspektywicznych formacji łupkowych można przyjąć miąższość wynoszącą ok. 2993 m. Miąższość skał nadkładu jest jednak zmienna w obrębie obszaru przetargowego i z tego powodu podaną łączną miąższość traktować jako wartość przybliżoną.

3.5. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW

Zastosowanie numerycznych modeli systemów naftowych ma na celu przeprowadzenie rekonstrukcji procesów i mechanizmów generowania, migracji i akumulacji węglowodorów. Podstawą modeli procesów generowania jest modelowanie paleotermiczne, które polega na modelowaniu dojrzałości termicznej skał zwłaszcza macierzystych. Takie modelowanie przeprowadzane są głównie w wersji 1-D i pozwalają na odtworzenie w skali czasu – ewolucji geologicznej i termicznej basenu sedimentacyjnego wraz z modelowaniem procesów generowania i ekspulsji węglowodorów. W celu odtworzenia procesów migracji i akumulacji węglowodorów wykonuje się modelowania 2-D (przekrój geologiczny), natomiast modelowania 3-D integrują wszystkie wyżej wymienione procesy w postaci przestrzennej. Dokładna metodyka modeli systemów naftowych została

przedstawiona w pracach m.in. Batora i Kosakowskiego (2000), Al-Hajeri i in. (2009) i Highley i in. (2006).

Na obszarze przetargowym Darnica występują 4 głębokie otwory wiertnicze nawiercające utwory macierzysto-zbiornikowe starszego paleozoiku. Charakterystykę dotyczącą wieku i mechanizmu generacji, migracji i akumulacji węglowodorów dla tego obszaru przetargowego wykonano na podstawie modeli przeprowadzonych w otworach Lebork IG 1 (Fig. 3.16; Dyrka, 2015) i Łeba 8 (Kotarba, 2008; Kosakowski i in., 2010).

W strefie lokalizacji obszaru przetargowego Darnica występują nałożone na siebie utwory dwóch basenów sedimentacyjnych: ediakarsko-dolnopaleozoiczny basen bałtycki oraz permsko-mezozoiczny basen polski. Baseny te w skali czasu geologicznego różnią się ramami geometrycznymi, mechanizmami subsydencji, wielkością pograżania oraz tempem depozycji osadów. Wszystkie te parametry miały znaczący wpływ na ukształtowanie się rozkładu dojrzałości termicznej w basenie oraz wpływ na generację węglowodorów z perspektywicznych poziomów starszego paleozoiku. Utwory starszego paleozoiku tworzą system naftowy, w którym występują skały macierzyste dla generacji węglowodorów, zbiornikowe odpowiadające za migrację i akumulację oraz uszczelniające warunkujące zachowanie złóż. Na obszarze przetargowym Darnica w profilu starszego paleozoiku występują skały macierzyste dla węglowodorów reprezentowane przez piaskowcowo-ilaste utwory kambru, łupki kambru górnego–tremadoku, karadoku (ordowik) oraz

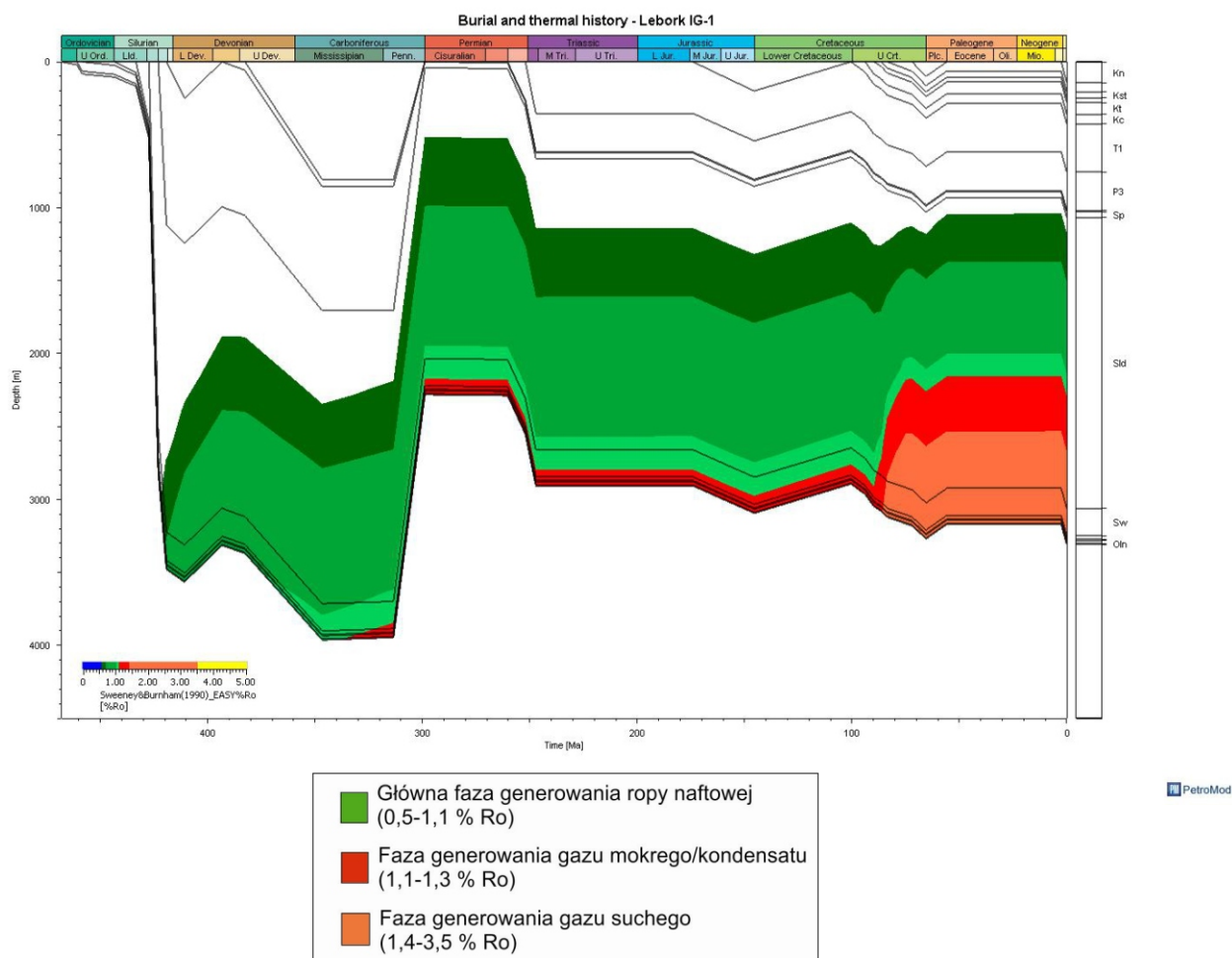


Figura 3.16. Model 1-D historii pograżania i dojrzałości termicznej dla otworu Lębork IG 1 (na podstawie: Dyrka, 2015).

landoweru (sylur). Najważniejszym poziomem ropo-gazonośnym dla złóż konwencjonalnych są piaskowce kambru środkowego, jednakże potencjalne poziomy skały zbiornikowych tworzą również węglany ordowiku i syluru.

Na podstawie wyników modelowań historii pograżania i dojrzałości termicznej (Fig. 3.17 i 3.18) wszystkie wymienione skały macierzyste, obecnie znajdują się w oknie generowania/występowania gazu suchego (wartości powyżej 1,3/1,4% R_o). Główna faza generowania węglowodorów poczynając od ropy naftowej (>0,5% R_o), w zależności od zróżnicowanych warunków paleotermicznych na analizowanym obszarze nastąpiła, gdy skały starszego paleozoiku zostały pograżone na głębokość poniżej 2800 m osiągając temperaturę powyżej 110°C. Takie warunki sprawiły, że główna faza generowania węglowodorów ciekłych nastąpiła na przełomie sylur/dewon i trwała w przypadku południowej części obszaru (otwór Lębork IG 1) do końca karbonu, natomiast w przypadku północnej części (otwór Łeba 8) do przełomu wczesnego dewonu i środkowego. Wtedy to bezpośrednio po tej fazie nastąpiła kolejna faza generowania gazu mokrego/kondensatu (1,1–1,3/1,4% R_o). Jeszcze z końcem dewonu w przypadku północnej części obszaru (otwór Łeba 8) skały starszego paleozoiku (kambru), będąc pograżone na głębokość około 3700 m i osiągając temperaturę

około 150°C weszły w kolejną fazę generowania gazu suchego (>1,4% R_o). Takiej sytuacji nie można wykluczyć również w południowej części obszaru (Łeba IG 1), jednakże utwory kambru nie zostały tam nawiercone. Wypiętrzenie i erozja późnokarbońska zahamowała czasowo dalszy wzrost dojrzałości termicznej. Depozycja utworów górnego permu i mezozoiku przyczyniła się dopiero do dalszego pogrzebienia a tym samym zwiększenia głębokości i temperatury. W otworze Łeba IG-1, gdzie skały macierzyste zostały pogrzebane na głębokość poniżej 3000 m, osiągając temperaturę powyżej 130°C, faza generowania gazu suchego rozpoczęła się dopiero pod koniec kredy, aczkolwiek nie można wykluczyć, że faza ta jak już wspomniano została osiągnięta w tym obszarze jeszcze z końcem karbonu. Modelowania kinetyczne transformacji kerogenu (Fig. 3.19; Kotarba, 2008) wykazały, że potencjał generacyjny węglowodorów z utworów starszego paleozoiku na analizowanym obszarze przetargowym został w pełni wyczerpany.

Według Reicher (2006) główna faza migracji i akumulacji węglowodorów przypada na przełom wczesnego i środkowego dewonu natomiast węglowodory migrowały w kierunku północnym i północno-wschodnim obszaru basenu bałtyckiego. Złoża węglowodorów zaczęły się formować przed erozją późnokarbońską, która mogła również wpłynąć na ewentualne

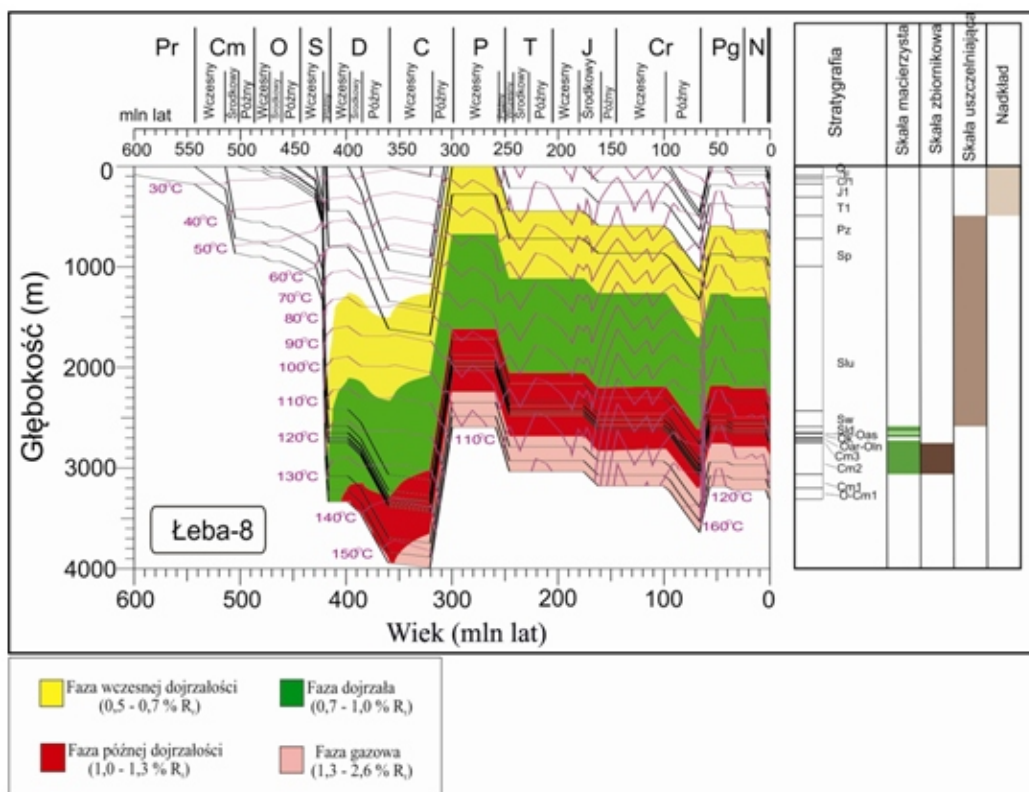


Figura 3.17. Model 1-D historii pograżania i dojrzałości termicznej dla otworu Łeba 8 (Kotarba red., 2008; Kosakowski i in., 2010).

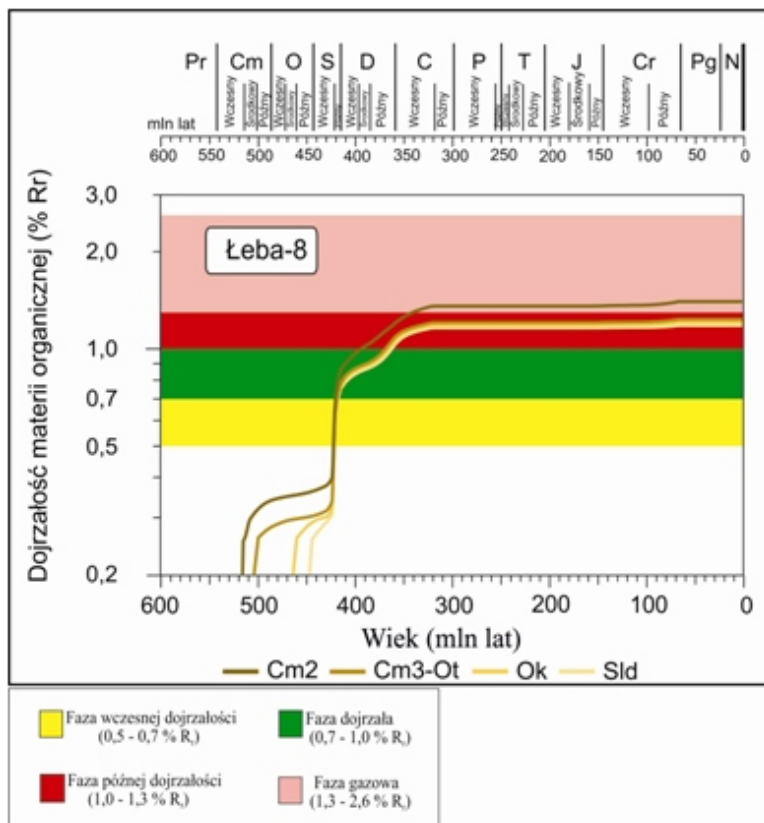


Figura 3.18. Krzywa ewolucji dojrzałości kerogenu w poziomach macierzystych starszego paleozoiku w otworze Łeba 8 (Kotarba, red., 2008).

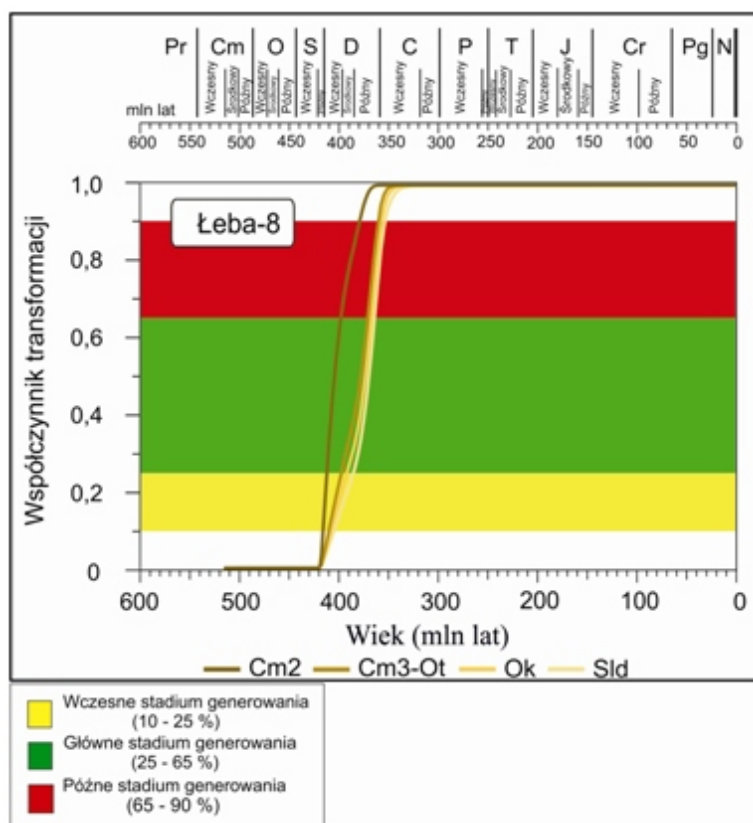


Figura 3.19. Stopień transformacji kerogenu w poziomach macierzystych starszego paleozoiku w otworze Łeba 8 (Kotarba red., 2008).

rozformowanie się pułapek złożowych. W trakcie dalszego pogrzebienia skał z początkiem triasu nastąpiła ponowna migracja węglowodorów związaną z dalszym etapem generowania węglowodorów ze skał starszego paleozoiku, jak również z przebudową strukturalną w alpejskim cyklu tektonicznym. Dalsze powstawanie węglowodorów (zwłaszcza gazu ziemnego) po okresie waryscyjskim mogło wpłynąć na zachowanie się węglowodorów w skałach macierzystych (shale gas).

Modelowania potwierdzają potencjał generacyjny węglowodorów (ropa naftowa, gaz ziemny) skał starszego paleozoiku na obszarze przetargowym Damnica.

3.6. PARAMETRY ROPY I GAZU

Parametry ropy i gazu zostały opisane w rozdziale 4. pt. „Charakterystyka złóż węglowodorów na obszarze/w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Damnica” oraz parametry ropy i gazu”, jak również w podrozdziale 5.1.2. pt. „Testy złożowe i objawy węglowodorów w otworach wiertniczych”.

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE ORAZ PARAMETRY ROPY I GAZU

Na obszarze przetargowym „Damnica” nie udokumentowano złóż węglowodorów. Scharakteryzowane poniżej złoża ropy naftowej i gazo-kondensatu (Żarnowiec, Dębki, Białogóra E, Żarnowiec W) znajdują się w odległości ok.

30 km na wschód od omawianego obszaru przetargowego (Fig. 4.13).

ŻARNOWIEC (KOD MIDAS) NR 4798

Złoże ropy naftowej „Żarnowiec” (Fig. 4.1) znajduje się na wschód od obszaru przetargowego Damnica (Fig. 4.13).

Złoże zostało udokumentowane w 1978 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec” (Binder i in., 1977), którą zatwierdzono decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 31 marca 1978 roku znak: KZK/012/S/3709/77/78 (nr w archiwum NAG 12137 CUG). Kolejny dodatek: „Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec w kategorii C” (Kicman, 1994), zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 maja 1995 roku, znak: KZK/2/6473/95 (nr w archiwum NAG 1065/95). Najnowszy dodatek: „Dokumentacja geologiczna w kat. C złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec. Dodatek nr 2. Wniosek o zmianę decyzji zasobowej” (Zalewska, 1996a), zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 30 grudnia 1996 roku, znak: KZK/2/6688/96 (nr w archiwum NAG 333/97). Dane dotyczące kopaliny złoża Żarnowiec zostały przedstawione na tabelach 4.1–4.9.

1. Położenie złoża:
2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Gdańsk
4. Koncesja na wydobywanie:

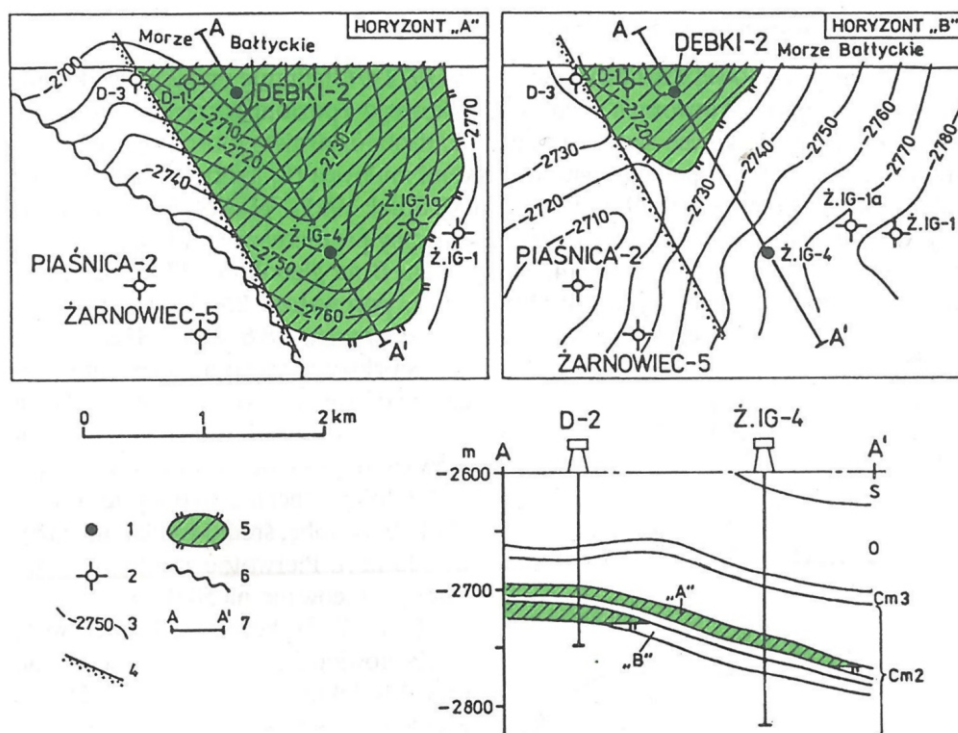


Figura 4.1. Złoże ropy naftowej Żarnowiec i Dębki w planie i przekroju geologicznym (Karnkowski, 1993).

Tabela 4.1. Parametry złoże oraz parametry jakościowe kopalin

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	28.586	MPa	obliczone z próbników
głębokość położenia złoże	–	–2 765.000	–	m	III poziom (głębokość spągu)
głębokość położenia złoże	–	–2 761.000	–	m	II poziom (głębokość spągu)
miąższość efektywna złoże	7.200	7.200	7.200	m	III poziom
miąższość efektywna złoże	10.500	10.500	10.500	m	II poziom
porowatość	–	–	2.000	%	III poziom
porowatość	–	–	6.000	%	II poziom
stopień mineralizacji wody złożowej	170.000	202.000	–	g/l	
temperatura złoże	–	–	359.150	K	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	solanka chlorkowo–sodowo-wapniowa
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0.700	–	
współczynnik wydobywania	–	–	0,200	–	

Tabela 4.2. Parametry jakościowe: ropa parafinowa

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
gęstość	–	–	0.821	g/cm ³
zawartość asfaltenów	0.100	0.500	0.233	% wag.
zawartość parafiny	–	–	1.782	% wag.
zawartość węglowodorów aromatycznych	5.500	8.900	6.877	% wag.
zawartość węglowodorów nasyconych	88.400	93.500	91.522	% wag.
zawartość żywicy	0.600	2.800	1.366	% wag.

Tabela 4.3. Parametry jakościowe: gaz ziemny ze złóż ropy naftowej

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
wartość opałowa	44.270	53.080	47.250	MJ/m ³
zawartość C ₂ H ₆	11.033	17.190	15.189	% obj.
zawartość CH ₄	63.294	76.654	71.846	% obj.
zawartość H ₂	0.058	0.087	0.067	% obj.
zawartość He	0.039	0.161	0.083	% obj.
zawartość N ₂	1.028	3.498	2.118	% obj.

Tabela 4.4. Wydobywanie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
ropa parafinowa	T	15/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	14/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	13/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	12/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	11/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	10/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	09/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	08/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	07/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	06/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	05/12/31	0,09
ropa parafinowa	T	04/12/31	0,10
ropa parafinowa	T	03/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	02/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	01/12/31	0,12
ropa parafinowa	T	00/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	99/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	98/12/31	0,10
ropa parafinowa	T	97/12/31	0,11
ropa parafinowa	T	96/12/31	0,10
ropa parafinowa	T	95/12/31	0,163
ropa parafinowa	T	94/12/31	0,103
ropa parafinowa	T	93/12/31	0,191
ropa parafinowa	T	92/12/31	0,155
ropa parafinowa	T	91/12/31	0,180
ropa parafinowa	T	90/12/31	0,179
ropa parafinowa	T	89/12/31	0,178
ropa parafinowa	T	88/12/31	0,169
ropa parafinowa	T	87/12/31	0,184
ropa parafinowa	T	86/12/31	0,208
ropa parafinowa	T	85/12/31	0,203
ropa parafinowa	T	84/12/31	0,211
ropa parafinowa	T	83/12/31	0,235
ropa parafinowa	T	82/12/31	0,232
ropa parafinowa	T	81/12/31	0,275
ropa parafinowa	T	80/12/31	0,261
ropa parafinowa	T	79/12/31	0,276
ropa parafinowa	T	78/12/31	0,279
ropa parafinowa	T	77/12/31	0,288
ropa parafinowa	T	76/12/31	0,303
ropa parafinowa	T	76/01/01	0,337
ropa parafinowa	T	75/01/01	0,434
ropa parafinowa	T	74/01/01	0,363
ropa parafinowa	T	73/01/01	0,203

Tab. 4.4. cd.

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	15/12/31	0,07
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	14/12/31	0,07
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	13/12/31	0,07
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	12/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	11/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	10/12/31	0,07
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	09/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	08/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	07/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	06/12/31	0,08
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	05/12/31	0,06
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	04/12/31	0,07
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	03/12/31	0,06
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	02/12/31	0,06
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	01/12/31	0,05
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	00/12/31	0,03
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	99/12/31	0,02
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	98/12/31	0,02
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	97/12/31	0,02
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	96/12/31	0,02
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	95/12/31	0,028
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	94/12/31	0,021
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	93/12/31	0,036
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	92/12/31	0,029
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	91/12/31	0,0317
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	90/12/31	0,0291
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	89/12/31	0,0275
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	88/12/31	0,0280
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	87/12/31	0,0335
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	86/12/31	0,0287
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	85/12/31	0,0312

gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	84/12/31	0,0306
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	83/12/31	0,0382
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	82/12/31	0,0470
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	81/12/31	0,0900
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	80/12/31	0,0960
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	79/12/31	0,0940
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	78/12/31	0,0950
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	77/12/31	0,0960
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	76/12/31	0,1010
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	76/01/01	0,1096
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	75/01/01	0,1192
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	74/01/01	0,0344
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	73/01/01	0,0121

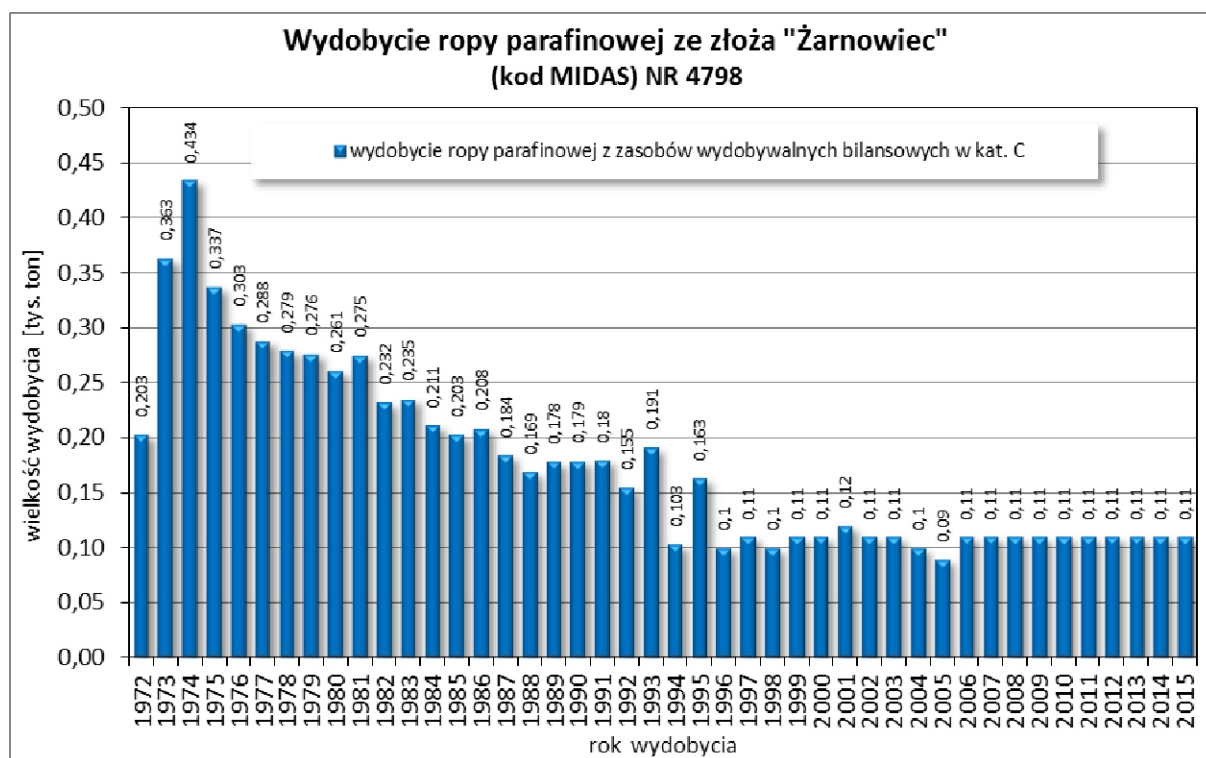


Figura 4.2. Wykres wydobycia ropy parafinowej ze złoża „Żarnowiec”.



Figura 4.3. Wykres wydobycia gazu ziemnego ze złoża „Żarnowiec”.

Tabela 4.5. Stan zasobów pierwotnych:
ROPA NAFTOWA [tys. ton]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	44.48	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	500.00	0.00	0.00

Tabela 4.6. Stan zasobów pierwotnych:
GAZ ZIEMNY [mln m³]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	8.11	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	118.00	0.00	0.00

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	50.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	500.00	0.00	0.00

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	9.40	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	118.00	0.00	0.00

Tabela 4.7. Stan zasobów aktualnych:
ropa naftowa [tys. ton]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	42.33
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	1.68
Nieprzemysłowe	0.00	40.66

Tabela 4.8. Stan zasobów aktualnych: gaz ziemny ze złóż ropy
naftowej [mln m³]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	6.96
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	1.39
Nieprzemysłowe	0.00	5.56

- nr koncesji: 44/95 z dnia 12 grudnia 1995 roku
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa
5. Data rozpoczęcia eksploatacji: od października 1972r.
 6. Kopaliny:
główna – ropa naftowa
towarzysząca – gaz ziemny
 7. Stan zagospodarowania: złoża zagospodarowane
 8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: kambr środkowy, piaskowce
 9. Powierzchnia złoża:
II poziom – 241.50 ha
III poziom – 151.00 ha
 10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
 11. Współczynnik wydobywania: 0,20

12. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa
Według informacji zawartych w „Dokumentacji geologicznej w kat. C złoża ropy naftowej Dębki–Żarnowiec. Dodatek nr 2 (Zalewska, 1996a). Wniosek o zmianę decyzji zasobowej.” do dnia 31.12.1995r. ze złoża „Żarnowiec” wydobyto: 5.521 tys. ton ropy naftowej w kat. C oraz 1.2 876 mln m³ gazu ziemnego w kat. C.

ŻARNOWIEC W
(KOD MIDAS) NR 5322

Złoże ropy naftowej „Żarnowiec W” (Fig. 4.4.) znajduje się na wschód od obszaru przetargowego Damnica (Fig. 4.13).

Złoże zostało udokumentowane w 1990 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Żarnowiec-W”

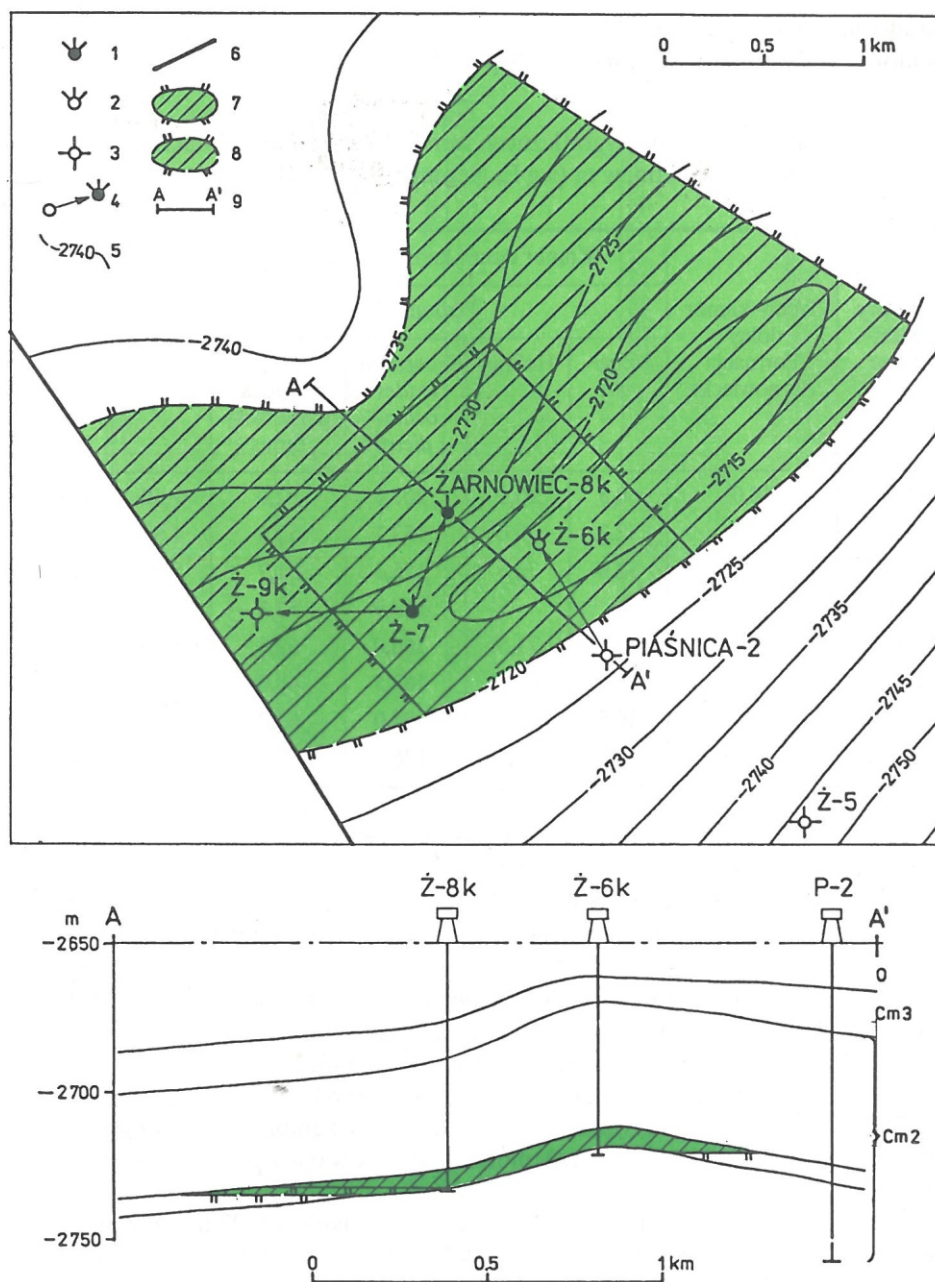


Figura 4.4. Złoże ropy naftowej „Żarnowiec W” w planie i przekroju geologicznym (Karnkowski, 1993).

(Oświęcimska i Sikorski, 1990) którą zatwierdzono decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 2 lipca 1991 roku znak: KZK/012/W/5849/90/91 (nr w archiwum NAG 867/91). Dane dotyczące kopaliny złoża Żarnowiec W zostały przedstawione na tabelach 4.9–4.16.

1. Położenie złoża:
miejscowość: Wierzchucińskie Bagno, Łąki Żarnowieckie
gmina – Krokowa, powiat – pucki, województwo – pomorskie
2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Gdańsk
4. Koncesja na wydobywanie:
nr koncesji: 16/95 z dnia 31 maja 1995 roku
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa
5. Data rozpoczęcia eksploatacji: od 1995r.
6. Kopaliny:

- główna – ropa naftowa
towarzysząca – gaz ziemny
7. Stan zagospodarowania: złoża zagospodarowane
 8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: kambr środkowy, piaskowce
 9. Powierzchnia złoża: 154.5 ha
 10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
poziom mezozoiczny (cenoman)
głębokość położenia złoża [m], min. –2722.00, max. –2734.15, śr. 0.00
miąższość efektywna złoża [m], min. –, max. –, śr. 5.11
 11. Współczynnik wydobywania: 0,40
 12. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa
- Według informacji zawartych w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Żarnowiec-W” od listopada 1988 r. do lipca 1990 r. w trakcie próbnej eksploatacji wydobyto łącznie 257 946.0 m³ gazu ziemnego oraz 207.7 ton ropy naftowej (Oświęcimska i Sikorski, 1990).

Tabela 4.9. Stan zasobów pierwotnych i aktualnych: parametry złoża oraz parametry jakościowe kopaliny

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie denne Pds	–	–	300.690	atn	Żarnowiec 7
ciśnienie denne Pds	–	–	298.300	atn	Żarnowiec 6k
ciśnienie denne Pds	–	–	299.340	atn	Żarnowiec 8k
ciśnienie głowicowe Pgs	–	–	194.300	atn	Żarnowiec 7
ciśnienie głowicowe Pgs	–	–	221.000	atn	Żarnowiec 8k
ciśnienie głowicowe Pgs	–	–	208.500	atn	Żarnowiec 6k
ciśnienie złożowe	–	–	29.260	MPa	ciśnienie początkowe
głębokość – woda okalająca	–	–	–2 724.000	m	
miąższość złoża	6.000	6.750	6.420	m	
porowatość	2.920	7.360	5.400	%	
przepuszczalność	406.000	12 477.000	–	nm ²	
stopień mineralizacji wody złożowej	182.410	191.300	–	g/l	
temperatura złoża	–	–	362.000	K	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa
warunki produkowania	–	–	–	–	wolumetryczne
współczynnik wydobywania	–	–	0.400	–	
wydajność dozwolona Vdozw	–	–	3.000	m ³ /min	Żarnowiec 6k
wydajność dozwolona Vdozw	–	–	1.000	m ³ /min	Żarnowiec 8k
wydajność dozwolona Vdozw	–	–	–	m ³ /min	Żarnowiec 7 – nie ustalono
zapiaszczenie	–	–	–	%	do 100%

Tabela 4.10. Parametry jakościowe: KONDENSAT

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	–	–	0.763	g/cm ³	
lepkość	0.870	1.490	1.122	mPa/s	lepkość w temp. 20 st.C
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0.700	–	nasycenie por ropą
zawartość asfaltenów	–	–	0.740	% wag.	
zawartość asfaltów	–	–	–	% wag.	ślady
zawartość parafiny	–	–	–	% wag.	ślady
zawartość węglowodorów aromatycznych	–	–	2.150	% wag.	
zawartość węglowodorów nasyconych	–	–	96.170	% wag.	
zawartość żywicy	–	–	0.940	% wag.	

Tabela 4.11. Parametry jakościowe: gaz ziemny

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	–	–	0.752	–	
wartość opałowa	39.200	52.570	45.780	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	9.064	15.877	13.121	% obj.	
zawartość CH ₄	66.519	80.406	74.210	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	–	–	0.009	% obj.	
zawartość H ₂	–	–	0.208	% obj.	
zawartość He	–	–	0.066	% obj.	–
zawartość N ₂	–	–	2.660	% obj.	–
zawartość siarkowodoru	–	–	–	% obj.	brak

Tabela 4.12. Wydobywanie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
kondensat	T	15/12/31	0,04
kondensat	T	14/12/31	0,05
kondensat	T	13/12/31	0,06
kondensat	T	12/12/31	0,09
kondensat	T	11/12/31	0,08
kondensat	T	10/12/31	0,09
kondensat	T	09/12/31	0,11
kondensat	T	08/12/31	0,13
kondensat	T	07/12/31	0,12
kondensat	T	06/12/31	0,17
kondensat	T	05/12/31	0,16
kondensat	T	04/12/31	0,22
kondensat	T	03/12/31	0,27
kondensat	T	02/12/31	0,29
kondensat	T	01/12/31	0,49
kondensat	T	00/12/31	0,43
kondensat	T	99/12/31	0,34
kondensat	T	98/12/31	0,40
kondensat	T	97/12/31	0,20
kondensat	T	96/12/31	0,04
kondensat	T	95/12/31	0,42

Tab. 4.12. cd.

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	15/12/31	0,49
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	14/12/31	0,55
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	13/12/31	0,63
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	12/12/31	0,66
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	11/12/31	0,75
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	10/12/31	0,80
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	09/12/31	0,92
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	08/12/31	1,12
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	07/12/31	1,24
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	06/12/31	1,22
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	05/12/31	1,19
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	04/12/31	1,72
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	03/12/31	2,05
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	02/12/31	1,72
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	01/12/31	2,96
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	00/12/31	2,22
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	99/12/31	1,81
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	98/12/31	1,71
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	97/12/31	0,94
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	96/12/31	0,14
gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	N	95/12/31	0,81

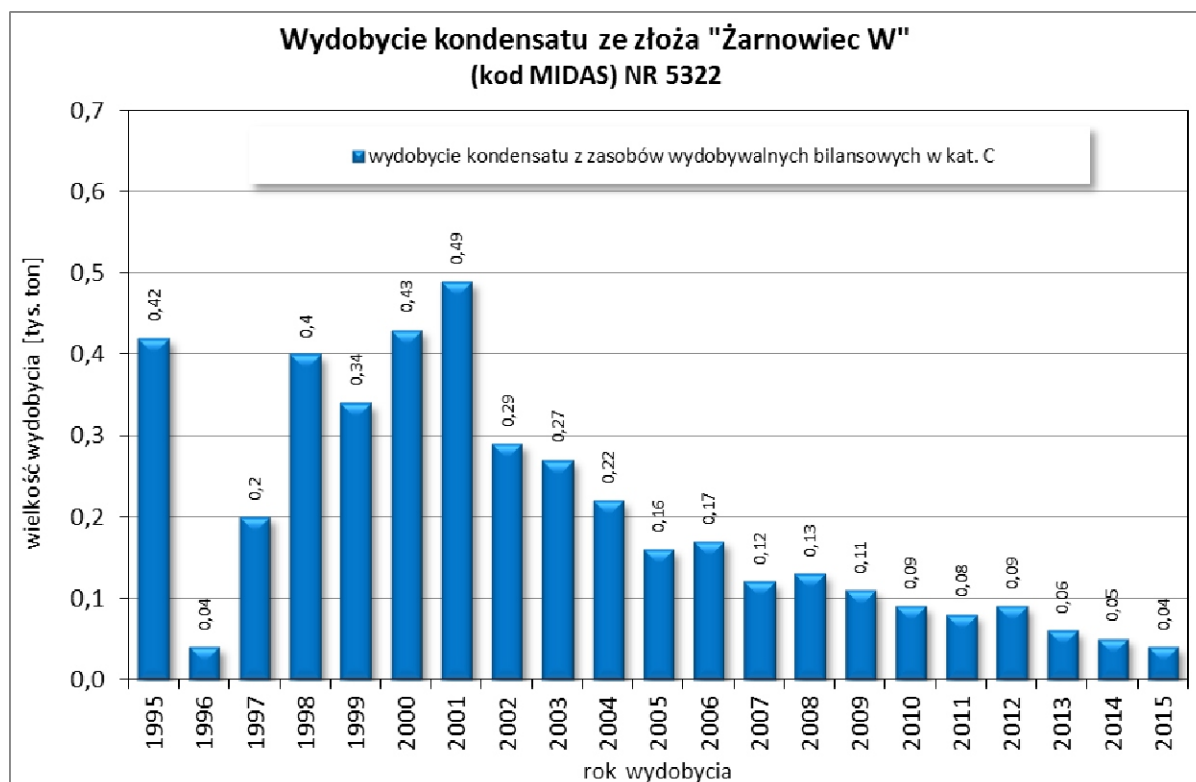


Figura 4.5. Wykres wydobycia kondensatu ze złoża „Żarnowiec W”.

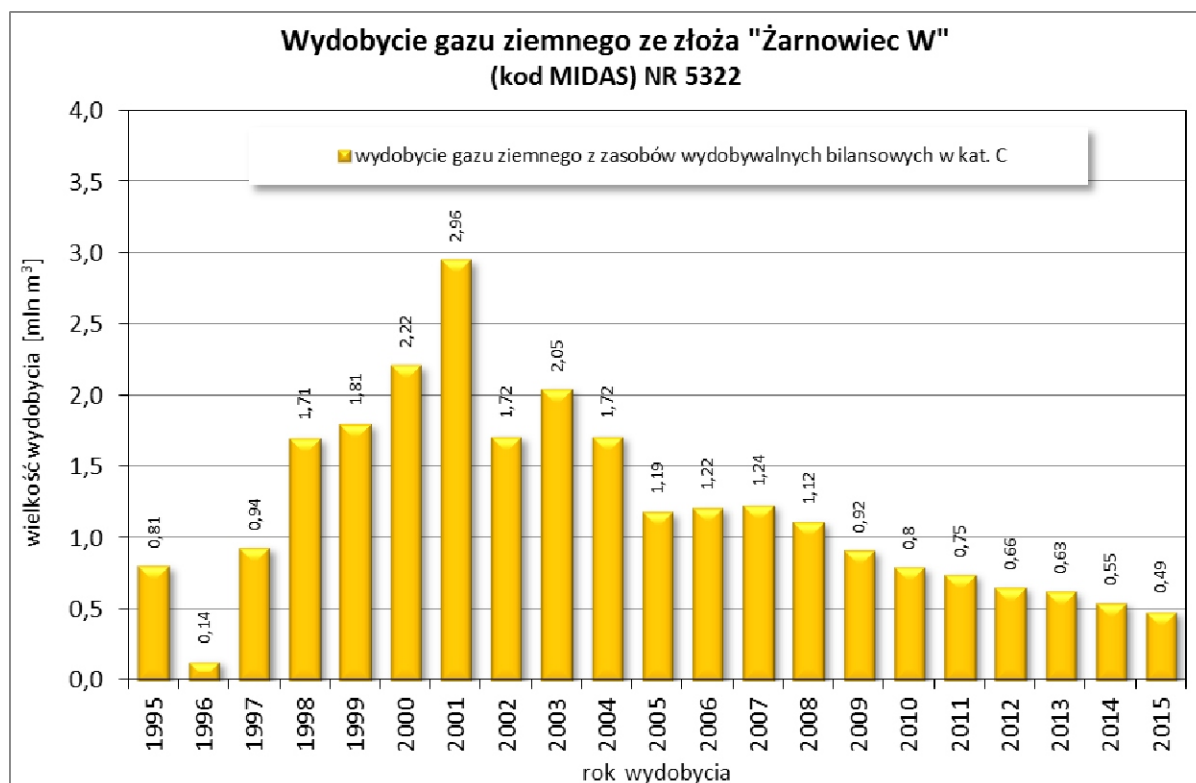


Figura 4.6. Wykres wydobycia gazu ziemnego ze złoża „Żarnowiec W”.

Tabela 4.13. Stan zasobów pierwotnych:
ROPA NAFTOWA [tys. ton]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 01.01.1991 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	22.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	55.00	0.00	0.00

Tabela 4.14. Stan zasobów pierwotnych:
GAZ ZIEMNY [mln m³]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 01.01.1991 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	28.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	70.00	0.00	0.00

Tabela 4.15. Stan zasobów aktualnych:
ROPA NAFTOWA (kondensat) [tys. ton]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	17.81
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	3.85
Nieprzemysłowe	0.00	13.96

Tabela 4.16. Stan zasobów aktualnych:
GAZ ZIEMNY (gaz ziemny ze złóż ropy naftowej) [mln m³]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	2.35
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	1.50
Nieprzemysłowe	0.00	0.85

DĘBK
(KOD MIDAS) NR 6726

Złoże ropy naftowej „Dębki” jest złożem zakumulowanym w pułapce strukturalno-litologicznej (Fig. 4.7.) znajduje się na wschód od obszaru przetargowego Damnica (Fig. 4.13).

Złoże zostało udokumentowane w 1978 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec” (Binder i in., 1977), którą zatwierdzono decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 31 marca 1978 roku znak: KZK/012/S/3709/77/78 (nr w archiwum NAG 12137 CUG). Kolejny dodatek: „Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec w kategorii C” Kicman, 1994), zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 maja 1995 roku, znak: KZK/2/6473/95 (nr w archiwum NAG 1065/95). Najnowszy dodatek: „Dokumentacja geologiczna w kat. C złoża ropy naftowej Dębki-Żarnowiec. Dodatek nr 2. Wniosek o zmianę decyzji zasobowej” (Zalewska, 1996a), zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 30 grudnia 1996 roku, znak: KZK/2/6688/96 (nr w archiwum NAG 333/97). Dane dotyczące kopalin złoża Dębki zostały przedstawione na tabelach 4.17–4.24.

1. Położenie złoża:
miejscowość: Dębki
gmina – Krokowa, powiat – pucki,
województwo – pomorskie
2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Gdańsk
4. Koncesja na wydobywanie:
nr koncesji: 50/95 z dnia 28 grudnia 1995 roku

wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

5. Data rozpoczęcia eksploatacji: od października 1972r.
6. Kopaliny:
główna – ropa naftowa
towarzysząca – gaz ziemny
7. Stan zagospodarowania: złożo zagospodarowane
8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: kambryjski piasek
9. Powierzchnia z łoża:
I poziom – 215.50 ha
II poziom – 163.00 ha
III poziom – 42.00 ha
10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
poziom I
głębokość położenia złoża [m], min. –, max. –2719.15, śr. –
miąższość efektywna złoża [m], min. 6.50, max. 22.0, śr. 11,77
poziom II
głębokość położenia złoża [m], min. –, max. –2729.00, śr. –
miąższość efektywna złoża [m], min. 7.50, max. 16.00, śr. 9.50
poziom III
głębokość położenia złoża [m], min. –, max. –2727.00, śr. –
miąższość efektywna złoża [m], min. 8.00, max. 10.50, śr. –
11. Współczynnik wydobywania: 0,20
12. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa

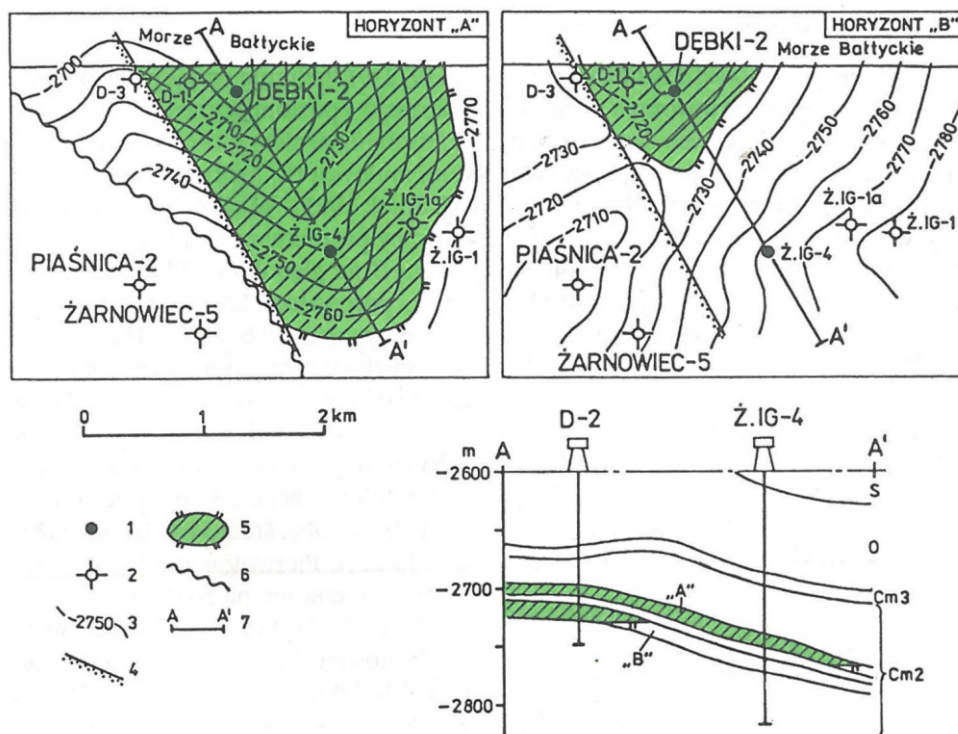


Figura 4.7. Złoże ropy naftowej Dębki i Żarnowiec w planie i przekroju geologicznym (Karnkowski, 1993).

1 – otwór z przyplływem ropy, 2 – otwór negatywny, 3 – izolacje stropu piaskowca kambryjskiego – poziomów ropy naftowej, 4 – strefy nasycenia poziomów produktywnych, 5 – obszary złóż ropy w kambryjskim, 6 – strefy wyklinowań poziomów, 7 – linie przekrojów.

Tabela 4.17. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopalin

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	29.910	MPa	obliczone z próbników
głębokość położenia złoża	–	–2 719.000	–	m	I poziom (głębokość spągu)
głębokość położenia złoża	–	–2 729.000	–	m	II poziom (głębokość spągu)
głębokość położenia złoża	–	–2 727.000	–	m	III poziom (głębokość spągu)
miąższość efektywna złoża	6.500	22.000	11.770	m	I poziom
miąższość efektywna złoża	8.000	10.500	–	m	III poziom
miąższość efektywna złoża	7.500	16.000	9.500	m	II poziom
porowatość	–	–	4.100	%	I poziom (średnia ważona)
porowatość	–	–	2.780	%	II poziom (średnia ważona)
porowatość	–	–	3.420	%	III poziom (średnia ważona)
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	183.980	g/l	
temperatura złoża	–	–	358.000	K	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0.700	–	
współczynnik wydobywania	–	–	0.200	–	
wykładnik gazowy	–	–	114.000	Nm ³ /t	

Tabela 4.18. Parametry jakościowe: ropa parafinowa

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
gęstość	0.804	0.873	0.825	g/cm ³
zawartość asfaltenów	0.100	0.500	0.233	% wag.
zawartość parafiny	0.450	5.120	1.782	% wag.
zawartość węglowodorów aromatycznych	5.500	8.900	6.877	% wag.
zawartość węglowodorów nasyconych	88.400	93.500	91.522	% wag.
zawartość żywic	0.600	2.800	1.366	% wag.

Tabela 4.19. Parametry jakościowe: gaz ziemny ze złóż ropy naftowej

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
wartość opałowa	44.270	53.080	47.250	MJ/m ³
zawartość C ₂ H ₆	11.033	17.190	15.189	% obj.
zawartość CH ₄	63.294	76.654	71.846	% obj.
zawartość H ₂	0.058	0.087	0.067	% obj.
zawartość He	0.039	0.161	0.083	% obj.
zawartość N ₂	1.028	3.498	2.118	% obj.
zawartość węglowodorów ciężkich C ³⁺	–	–	10.697	% obj.

Tabela 4.20. Wydobycie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
ropa parafinowa	T	15/12/31	0,61
ropa parafinowa	T	14/12/31	0,70
ropa parafinowa	T	13/12/31	0,72
ropa parafinowa	T	12/12/31	0,69
ropa parafinowa	T	11/12/31	0,69
ropa parafinowa	T	10/12/31	0,80
ropa parafinowa	T	09/12/31	0,89
ropa parafinowa	T	08/12/31	0,97
ropa parafinowa	T	07/12/31	1,03
ropa parafinowa	T	06/12/31	1,15
ropa parafinowa	T	05/12/31	1,23
ropa parafinowa	T	04/12/31	1,30
ropa parafinowa	T	03/12/31	1,37
ropa parafinowa	T	02/12/31	1,43
ropa parafinowa	T	01/12/31	1,58
ropa parafinowa	T	00/12/31	1,78
ropa parafinowa	T	99/12/31	2,08
ropa parafinowa	T	98/12/31	2,16
ropa parafinowa	T	97/12/31	2,11
ropa parafinowa	T	96/12/31	2,34
ropa parafinowa	T	95/12/31	2,079
ropa parafinowa	T	94/12/31	0,171
ropa parafinowa	T	93/12/31	0,589
ropa parafinowa	T	92/12/31	0,412
ropa parafinowa	T	91/12/31	0,346
ropa parafinowa	T	90/12/31	0,396
ropa parafinowa	T	89/12/31	0,376
ropa parafinowa	T	88/12/31	0,381
ropa parafinowa	T	87/12/31	0,399
ropa parafinowa	T	86/12/31	0,412
ropa parafinowa	T	85/12/31	0,411
ropa parafinowa	T	84/12/31	0,388
ropa parafinowa	T	83/12/31	0,401
ropa parafinowa	T	82/12/31	0,443
ropa parafinowa	T	81/12/31	0,366
ropa parafinowa	T	80/12/31	0,384
ropa parafinowa	T	79/12/31	0,376
ropa parafinowa	T	78/12/31	0,380
ropa parafinowa	T	77/12/31	0,384
ropa parafinowa	T	76/12/31	0,404
ropa parafinowa	T	76/01/01	0,370
ropa parafinowa	T	75/01/01	0,335
ropa parafinowa	T	74/01/01	0,255
ropa parafinowa	T	73/01/01	0,081

Tab. 4.20. cd.

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	15/12/31	0,22
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	14/12/31	0,24
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	13/12/31	0,24
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	12/12/31	0,23
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	11/12/31	0,31
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	10/12/31	0,41
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	09/12/31	0,50
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	08/12/31	0,55
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	07/12/31	0,55
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	06/12/31	–
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	05/12/31	0,56
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	04/12/31	0,59
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	03/12/31	0,59
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	02/12/31	–
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	01/12/31	–
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	00/12/31	0,63
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	99/12/31	0,57
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	98/12/31	0,63
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	97/12/31	0,69
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	96/12/31	0,79
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	95/12/31	0,5620
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	94/12/31	0,0210
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	93/12/31	0,0680
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	92/12/31	0,0470
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	91/12/31	0,0361
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	90/12/31	0,0329
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	89/12/31	0,0285
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	88/12/31	0,0280
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	87/12/31	0,0345
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	86/12/31	0,0293

gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	85/12/31	0,0288
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	84/12/31	0,0274
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	83/12/31	0,0298
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	82/12/31	0,0832
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	81/12/31	0,1140
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	80/12/31	0,1100
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	79/12/31	0,1160
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	78/12/31	0,1190
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	77/12/31	0,1196
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	76/12/31	0,1212
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	76/01/01	0,0126
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	75/01/01	0,0995
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	74/01/01	0,0306
gaz ziemny (ze złóż ropy naftowej)	N	73/01/01	0,0020

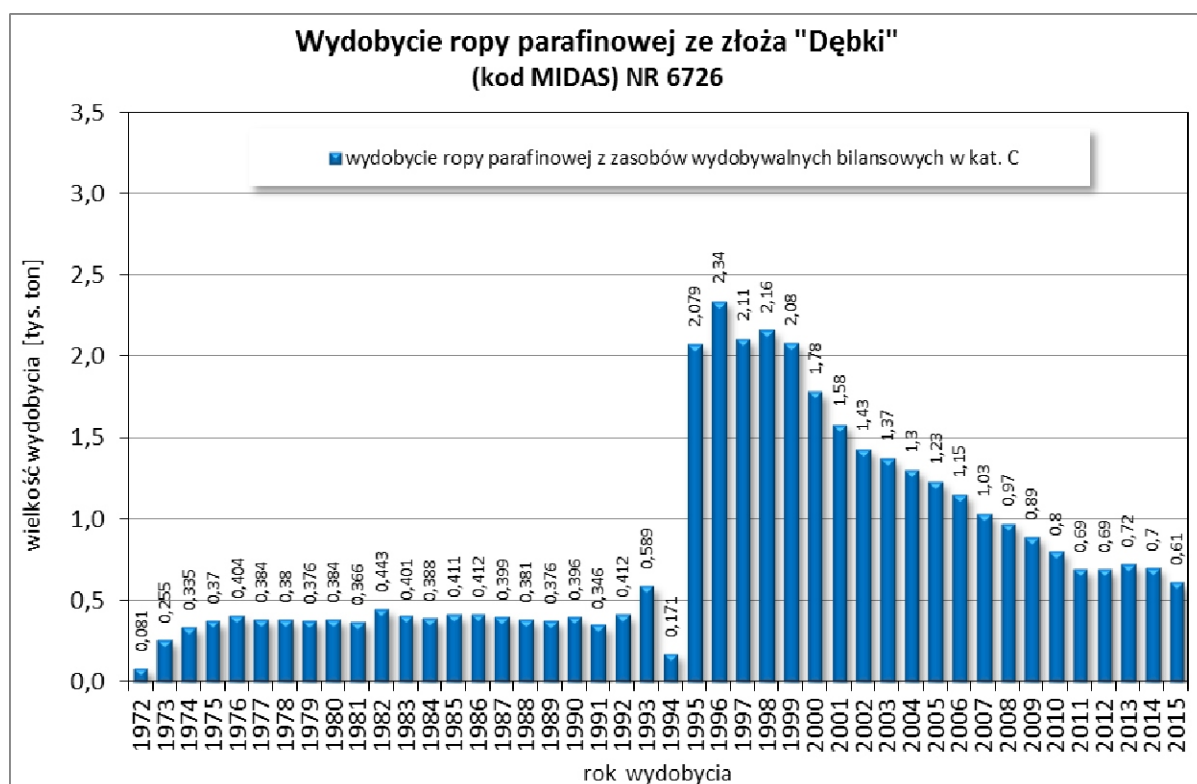


Figura 4.8. Wydobycie ropy parafinowej ze złoża „Dębki”.

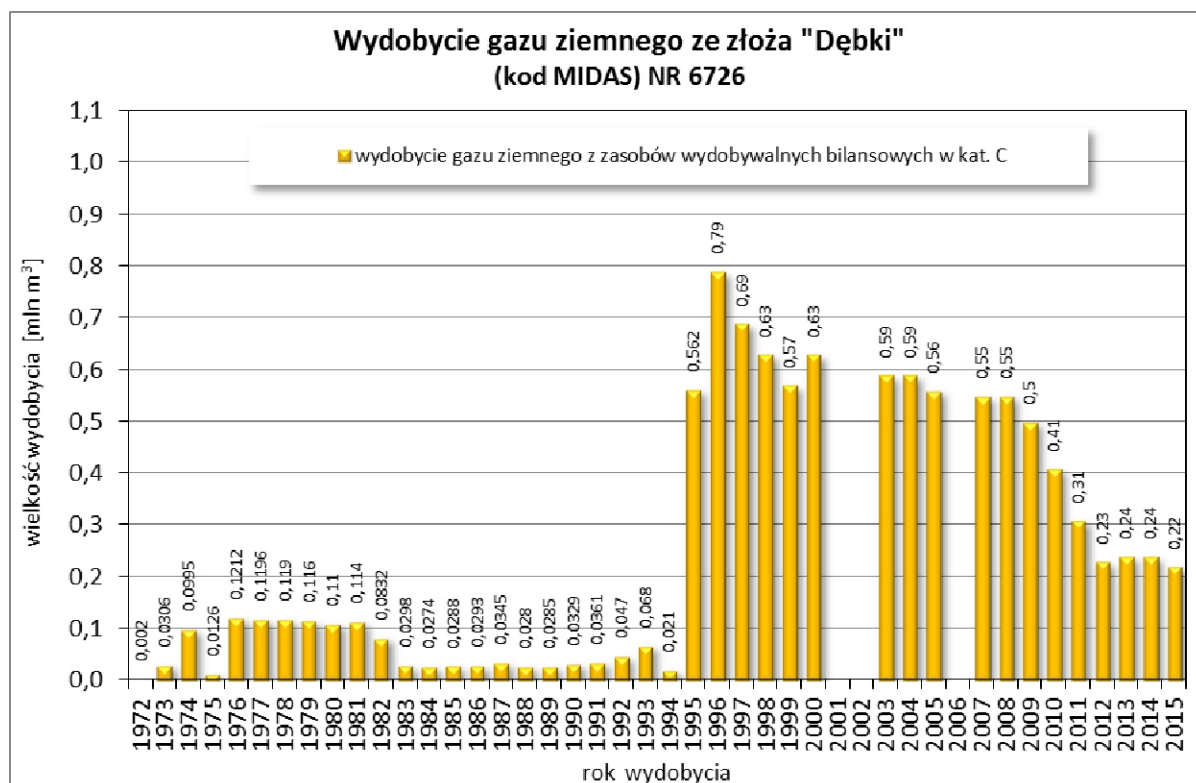


Figura 4.9. Wydobywanie gazu ziemnego ze złoża „Dębki”.

Tabela 4.21. Stan zasobów pierwotnych: ROPA NAFTOWA
[tys. ton]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	32.46	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	430.00	0.00	0.00

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	43.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	430.00	0.00	0.00

Tabela 4.23. Stan zasobów aktualnych: ropa naftowa
[tys. ton]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	8.62
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	5.19
Nieprzemysłowe	0.00	388.64

Tabela 4.22. Stan zasobów pierwotnych: GAZY ZIEMNE
[mln m³]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	2.99	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	73.50	0.00	0.00

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.1995 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	5.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	73.50	0.00	0.00

Tabela 4.24. Stan zasobów aktualnych: gaz ziemny ze złóż
ropy naftowej [mln m³]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	3.00
Pozabilansowe	0.00	0.00

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	4.23
Nieprzemysłowe	0.00	57.07

Eksploracja na złóż Dębki-Żarnowiec prowadzona jest w sposób samoczynny, w oparciu o ustalone parametry eksploatacyjne. Złoże jest obecnie eksploatowane w warunkach powyżej ciśnienia nasycenia. Proces eksploatacji wspomagany jest przez utrzymywanie różnicy ciśnień w rurkach wydobywczych poprzez tzw. syfonowanie. Dodatkowo przeprowadzony został zabieg szczelinowania hydraulicznego w czerwcu 2012 r. Widoczny wzrost wydobywania ropy parafinowej i gazu ziemnego w 1995 r. (Tab. 4.20, Fig. 4.8 i 4.9) związany jest z rozwierceniem i zagospodarowaniem złoża (w latach 1990–1994 wywiercono otwory Dębki 4, 5K, 6, 6A K-P, 7K; z których 4, 5K i 7K to obecnie otwory eksploatacyjne), budową obiektu centralnego oraz gazociągu średniego ciśnienia dla lokalnych potrzeb.

BIAŁOGÓRA-E
(KOD MIDAS) NR 6727

Złoże ropy naftowej „Białogóra-E” (Fig. 4.10) znajduje się na wschód od obszaru przetargowego Damnica (Fig. 4.13).

Złoże zostało udokumentowane w 1995 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Białogóra E” (Binder, 1995), którą zatwierdzono decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 8 stycznia 1996 roku znak: KZK/2/6556/95 (nr w archiwum NAG 246/96). Kolejny dodatek: „Dokumentacja geologicznej złoża ropy naftowej – Białogóra E. Dodatek nr 1. Wniosek o zmianę decyzji zasobowej” (Zalewska, 1996b), zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 30 grudnia 1996 roku znak: KZK/2/6687/96 (nr w archiwum NAG 334/97). Najnowszy dodatek: „Dokumentacja geologicznej złoża ropy naftowej – Białogóra E. Dodatek nr 2. Wniosek o rozliczenie zasobów” (Chruścińska, 2006), przyjęty decyzją Ministra Środowiska z dnia 20 marca

2007 roku, znak: DGkzk-479-4/7702/2423/07/EZD (nr w archiwum NAG 570/2007). Dane dotyczące kopaliny złoża Białogóra zostały przedstawione na tabelach 4.25–4.32.

1. Położenie złoża:
miejscowość: Białogóra
gmina – Krokowa, powiat – pucki, województwo – pomorskie
 2. Użytkownik złoża: brak (dawny użytkownik: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie)
 3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Gdańsk
 4. Koncesja na wydobywanie: brak
 5. Data rozpoczęcia eksploatacji: testy produkcyjne od października 1991r., eksploatacja stała od kwietnia 1994 r.
 6. Kopaliny:
główna – ropa naftowa
współwystępująca – gaz ziemny
 7. Stan zagospodarowania: eksploatacja złoża zakończona 9 lipca 2006r.
 8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: kambr środkowy, różnoziarniste piaskowce kwarcowe
 9. Powierzchnia złoża: 7.00 ha
 10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
głębokość położenia złoża [m], min. –2711.00, max. –2716.50, śr. –
miąższość efektywna złoża [m], min. –, max. –, śr. 5.50
 11. Współczynnik wydobywania: 0,30
 12. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa i dynamiczna
- Według informacji zawartych w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej – Białogóra E. Dodatek nr 2. Wniosek o rozliczenie zasobów.” w okresie od października 1991 r. do lipca 2007 r. wydobyto 2.917 tys. ton ropy naftowej i 2.4185 mln m³ gazu ziemnego (Chruścińska, 2006).

Tabela 4.25. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopaliny

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	–	–	11.710	MPa	pomiar 08.05.2006r. na gł. –2715,0m
ciśnienie nasycenia	–	–	25.420	MPa	obliczone programem Kappa PVT
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	30.330	MPa	pomiar 07.12.1990r. na gł. –2716,2m
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	30.400	MPa	pomiar 03.01.1991r. na gł. –2715,0m
głębokość położenia złoża	–2 711.000	–2 716.500	–	m	TVD
miąższość efektywna złoża	–	–	5.500	m	
porowatość	–	–	8.214	%	
przepuszczalność	–	–	23.398	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	173.430	187.930	–	g/l	
temperatura złoża	–	–	85.000	st.C	
temperatura złoża	–	–	358.000	K	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa
warunki produkowania	–	–	–	–	samoczynne
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0.700	–	
współczynnik wydobywania	–	–	0.300	–	
wydajność absolutna Vabs	–	–	–	t/d	nie pomierzono
wydajność dozwolona Vdozw	–	–	11.500	t/d	na dzień 10.04.1992 r.
wykładnik gazowy	–	500.000	233.000	Nm ³ /t	pierwotny (z testu produkcyjnego)
wykładnik gazowy	–	–	373.000	Nm ³ /t	z próbnej eksploatacji 03–31.03.1993 r.
wykładnik wodny	–	–	–	m ³ /t	nie stwierdzono
lphazapiaszczenie	–	–	–	%	nie badano

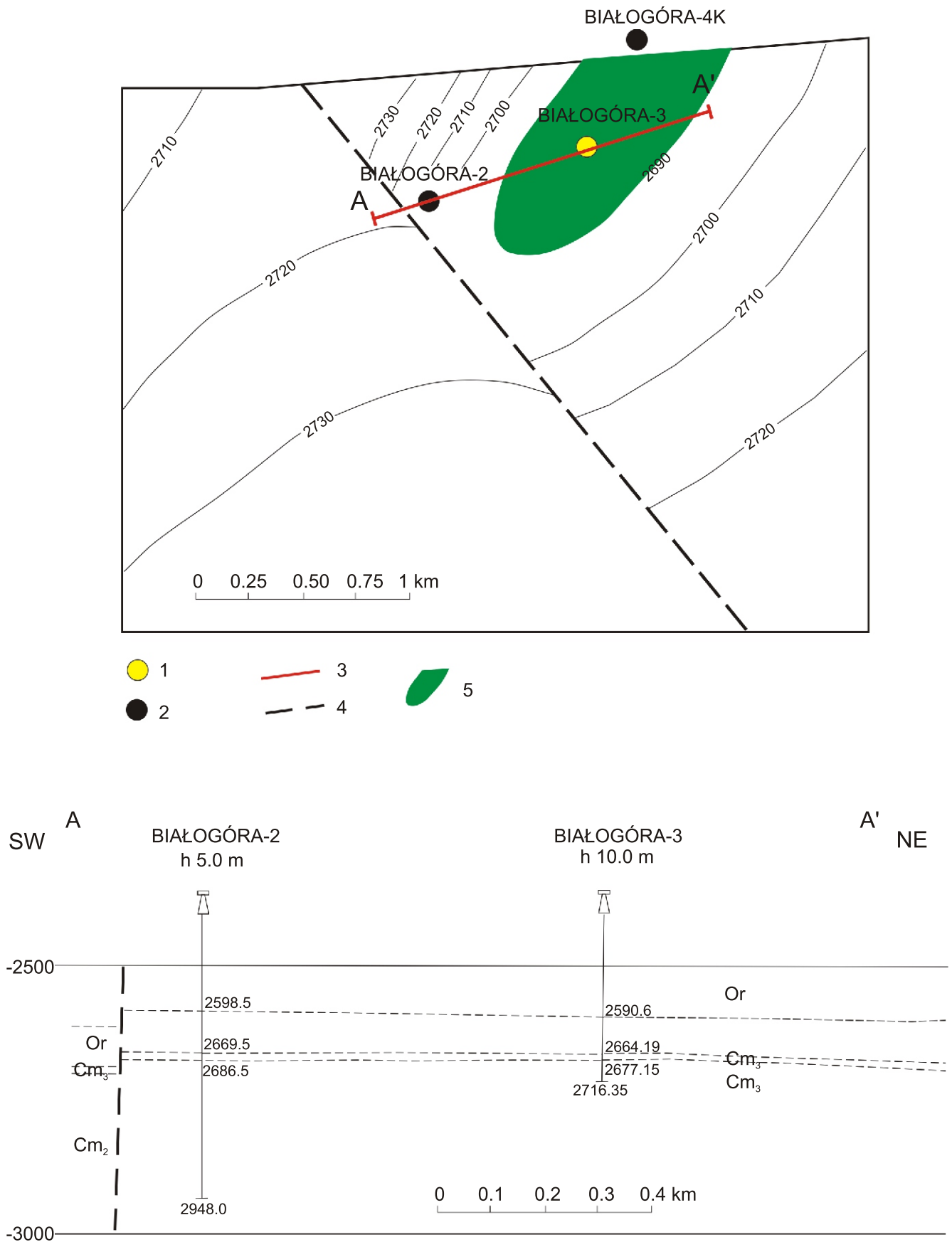


Figura 4.10. Złoże ropy naftowej Białogóra-E w planie i przekroju geologicznym (wg. Zalewska, 1996b, zmienione).

1 – odwiert z produkcją ropy i gazu, 2 – odwiert zlikwidowany, 3 – linia przekroju geologicznego, 4 – dyslokacje, 5 – kontur złoża.

Tabela 4.26. Parametry jakościowe kopalin: ropa naftowa

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
ciśnienie denne Pds	–	–	30.330	ata
gęstość	0.817	0.822	0.820	g/cm ³
lepkość	5.020	5.640	–	mPa/s
porowatość	–	–	8.210	%
przepuszczalność	–	–	23.398	mD
stopień mineralizacji wody złożowej	173.430	187.930	–	g/l
temperatura złoża	–	–	85.000	st.C
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0.700	–
wykładnik gazowy	–	–	373.000	Nm ³ /t
zawartość asfaltenów	–	–	0.300	% wag.
zawartość C ₂ H ₆	–	–	15.480	% obj.
zawartość CH ₄	–	–	69.882	% obj.
zawartość He	–	–	0.186	% obj.
zawartość N ₂	–	–	1.939	% obj.
zawartość parafiny	0.720	3.100	1.900	% wag.
zawartość węglowodorów aromatycznych	–	–	8.550	% wag.
zawartość węglowodorów ciężkich C ³⁺	–	–	12.474	% obj.
zawartość węglowodorów nasyconych	–	–	89.600	% wag.
zawartość żywic	–	–	1.550	% wag.

Tabela 4.27. Parametry jakościowe kopalin: gaz ziemny

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	–	–	0.790	–	względem powietrza
siarkowódór H ₂ S	–	–	–	mg/m ³	brak
wartość opałowa	47.520	49.290	48.530	Kcal/Nm ³	MJ/Nm ³
zawartość C ₂ H ₆	13.291	17.679	15.480	% obj.	
zawartość CH ₄	66.696	72.020	69.882	% obj.	
zawartość CO	–	–	–	% obj.	brak
zawartość H ₂	0.005	0.069	0.038	% obj.	
zawartość He	0.171	0.222	0.186	% obj.	
zawartość N ₂	0.072	2.612	1.939	% obj.	

Tabela 4.28. Wydobycie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
Ropa parafinowa	T	06/12/31	0,03
Ropa parafinowa	T	05/12/31	0,04
Ropa parafinowa	T	04/12/31	0,06
Ropa parafinowa	T	03/12/31	0,09
Ropa parafinowa	T	02/12/31	0,15
Ropa parafinowa	T	01/12/31	0,18
Ropa parafinowa	T	00/12/31	0,19
Ropa parafinowa	T	99/12/31	0,18
Ropa parafinowa	T	98/12/31	0,23
Ropa parafinowa	T	97/12/31	0,17
Ropa parafinowa	T	96/12/31	–
Ropa parafinowa	T	95/12/31	–
Ropa parafinowa	T	94/12/31	–

Tab. 4.28. cd.

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			Kat. C
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	06/12/31	–
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	05/12/31	0,03
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	04/12/31	0,05
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	03/12/31	–
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	02/12/31	–
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	01/12/31	0,51
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	00/12/31	0,21
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	99/12/31	0,35
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	98/12/31	0,27
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	97/12/31	0,2
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	96/12/31	0,06
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	95/12/31	–
Gaz ziemny ze złóż ropy naftowej	W	94/12/31	0,4

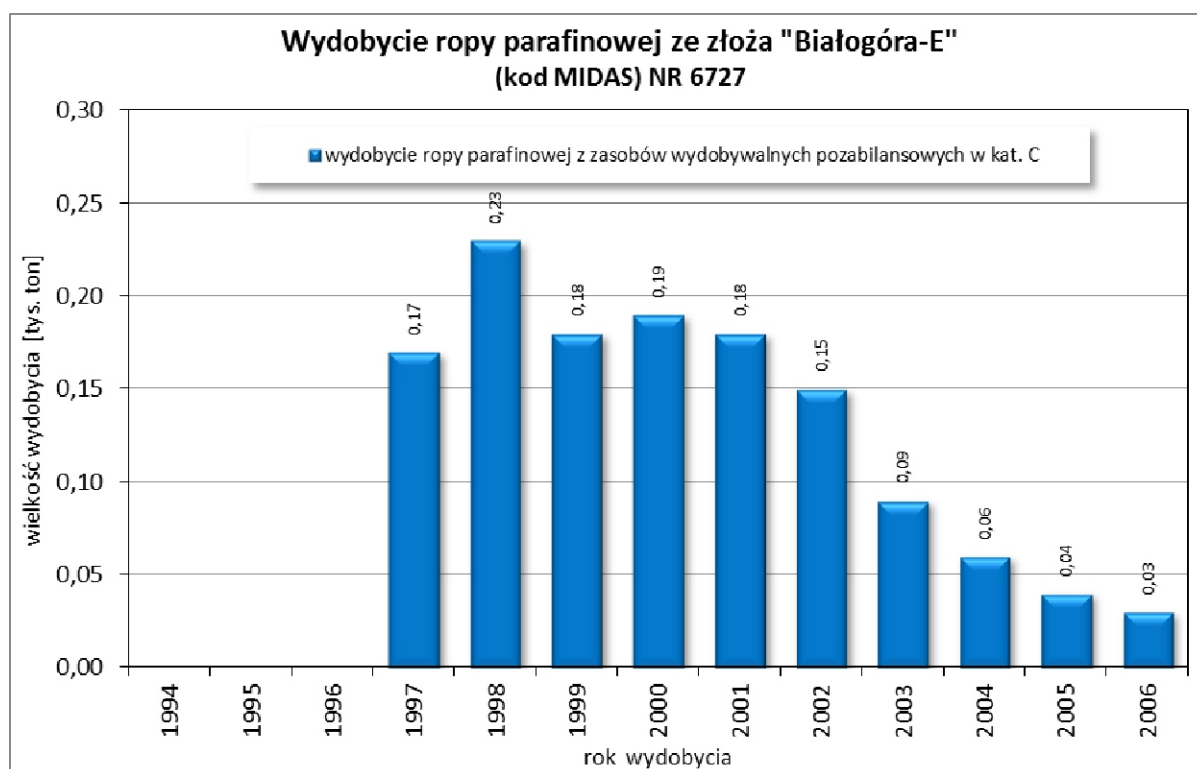


Figura 4.11. Wydobycie ropy parafinowej ze złoża „Białogóra-E”.

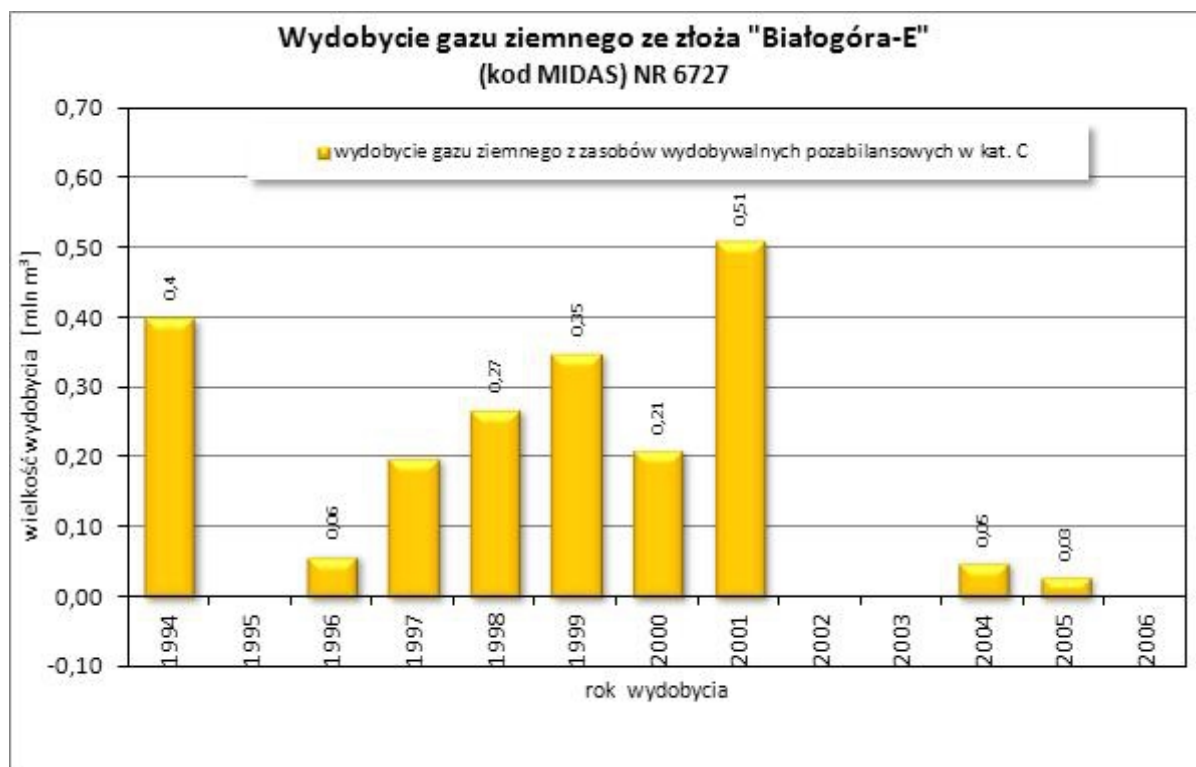


Figura 4.12. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża „Białogóra-E”.

Tabela 4.29. Stan zasobów pierwotnych: ROPA NAFTOWA
[tys.ton]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.2006 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	0.00	0.00	1.43
Geologiczne	0.00	0.00	0.00	11.58

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.2006 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	0.00	0.00	4.35
Geologiczne	0.00	0.00	0.00	14.50

Tabela 4.31. Stan zasobów aktualnych: ROPA NAFTOWA
[tys.ton]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	0.00
Pozabilansowe	0.00	1.43

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	0.38
Nieprzemysłowe	0.00	0.00

Tabela 4.30. Stan zasobów pierwotnych: GAZ ZIEMNY
[mln m³]

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.2006 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	0.00	0.00	0.86
Geologiczne	0.00	0.00	0.00	2.98

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.2006 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	Kat. A+B	Kat. C	Kat. A+B	Kat. C
Wydobywalne	0.00	0.00	0.00	3.28
Geologiczne	0.00	0.00	0.00	5.40

Tabela 4.32. Stan zasobów aktualnych: GAZ ZIEMNY
[mln m³]

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Bilansowe	0.00	0.00
Pozabilansowe	0.00	0.86

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	Kat. A+B	Kat. C
Przemysłowe	0.00	1.02
Nieprzemysłowe	0.00	0.00

Figura 4.13. Obszary wytypowane do postępowania przetargowego wraz z położeniem złóż węglowodorów.

Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2017 r.

DAMNICA



Układ współrzędnych: PL-1992

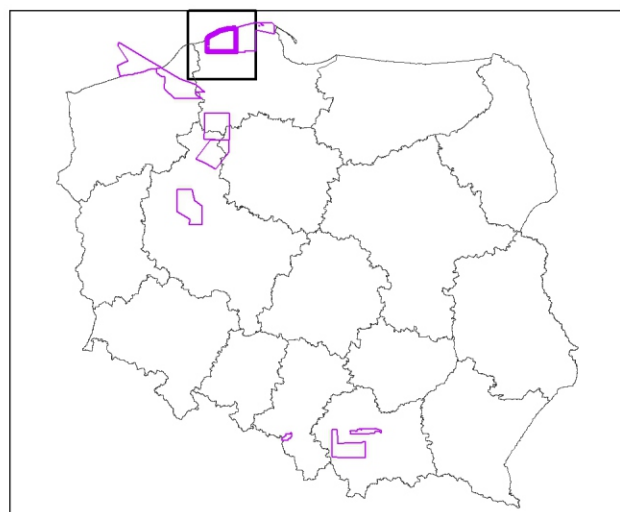
Objaśnienia

- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

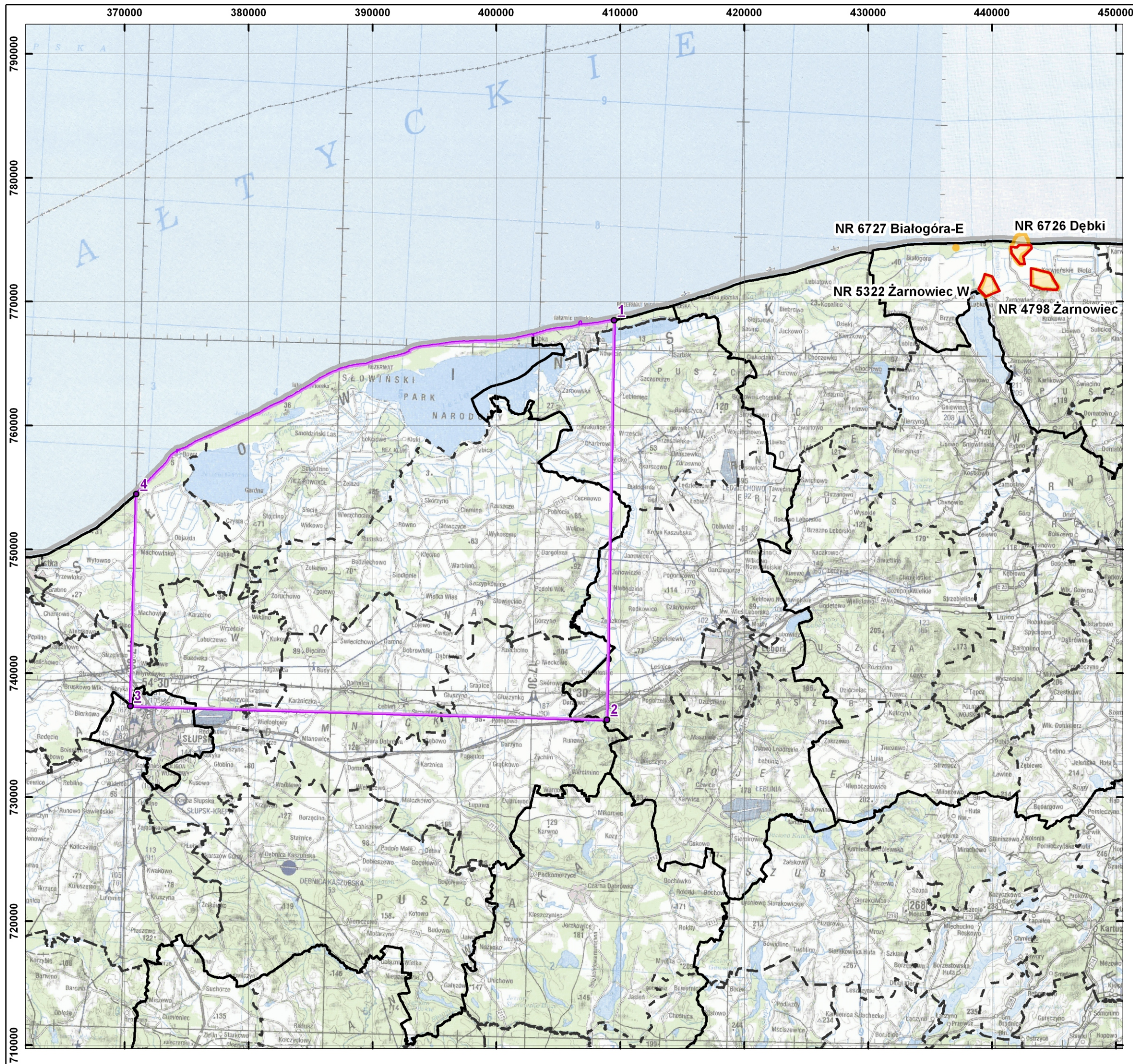
Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru
Damnica
układ współrzędnych PL-1992

Nr punktu	X	Y
1	768 487,609	409 502,868
2	736 256,303	408 926,764
3	737 349,025	370 473,148
4	754 461,086	370 959,415

po linii brzegowej Morza Bałtyckiego



Źródłem danych o złożach kopalin
jest System Gospodarki i Ochrony
Bogactw Mineralnych MIDAS



5. DANE O GŁĘBOKICH OTWORACH WIERTNICZYCH

Na obszarze przetargowym Damnica znajdują się zarówno archiwalne otwory wiertnicze wiercone w latach 70tych i 80 tych XX wieku oraz nowe otwory wiercone przez firmy posiadające koncesje na tym obszarze. Głębokie (powyżej 1500 m) otwory archiwalne to: Smoldzino 1, Łeba 8 oraz Lębork IG 1 (Fig. 1.2B). Otwory płytsze (500 m) zamieszczone są na figurze 1.2A. Otwory powyżej 1500 m przewiercają niższy paleozoik nawiercając skały proterozoiku (Łeba 8, Smoldzino 1) lub nawiercają ordowik (Lębork IG 1; Fig. 5.1). Otwór nowy Warblino 1H był wiercony w okresie 2011–2014 r początkowo, do głębokości 3222 m pionowo, następnie skrzywiony.

5.1. DANE O OTWORACH ARCHIWALNYCH

5.1.1. DANE OGÓLNE O OTWORACH WIERTNICZYCH ORAZ STRATYGRAFIA

Poniższe zestawienia prezentują podstawowe dane dotyczące archiwalnych otworów wiertniczych oraz stratygrafię (Centralna Baza Danych Geologicznych – CBDG).

LĘBORK IG-1

nr CBDG: 30048
 miejscowość: Czerwieniec
 wsp. B – 1992: 54°31'03,95" L – 1992 17°33'46,04"
 wsp. X – 1992: 740267,697
 wsp. Y – 1992: 406995,471
 arkusz 100 000: Lębork, pas-słup: 30–25
 długość (gł.wiertnicza): 3310,00 m
 wys n.p.m. 15,00 m
 zak. wiercenia: 5. 5.1961 r.

Głębokość [m]		Stratygrafia (litostratygrafia)
od	do	
0,00	143,00	kenozoik
143,00	174,00	kampan górny
174,00	206,00	kampan dolny
206,00	248,00	santon
248,00	280,00	koniak
280,00	360,40	turon
360,40	427,00	cenoman
427,00	756,40	trias dolny
427,00	470,00	warstwy lęborskie
470,00	506,50	formacja półczyńska
506,50	541,10	formacja pomorska
541,10	756,40	formacja bałtycka
756,40	1 020,50	perm górny
756,40	782,50	formacja rewalska
782,50	784,00	anhydryt główny A3
784,00	789,50	dolomit płytowy Ca3
789,50	798,50	anhydryt brzeżny
798,50	814,00	anhydryt górny A1g
814,00	963,00	sól kamienna najstarsza Na1
963,00	982,50	anhydryt dolny A1d
982,50	992,80	wapień cechsztyński Ca1
992,80	994,00	łupek miedzionośny T1
994,00	1 020,50	biały spągowiec

1 020,50	1 027,60	perm (grupa czerwonego spągowca)
1 027,60	1 068,00	pridoli (formacja iłowców i iłowców wapienistych z Pucka)
1 068,00	2 849,50	ludford
1 068,00	1 650,00	formacja iłowców i iłowców wapienistych z Pucka
1650,00	2 849,50	formacja iłowców i mułowców z Kociewia
2 849,50	3 062,00	gorst (formacja iłowców i mułowców z Kociewia)
3 062,00	3 248,00	wenlok
3 062,00	3 080,00	formacja iłowców i mułowców z Kociewia
3 080,00	3 248,00	formacja iłowców z Pelplina
3 248,00	3 273,00	landower (formacja iłowców z Pasłęka)
3 273,00	3 281,00	aszgil (formacja margli i iłowców z Prabut)
3 281,00	3 303,00	karadok (formacja iłowców z Sasina)
3 303,00	3 310,00	lanwim (formacja wapieni z Kopalina)

ŁEBA-8

nr CBDG: 30044
 miejscowość: Szczecurze
 wsp. B – 1992: 54°44'57,96" L – 1992: 17°33'18,00"
 wsp. X – 1992: 766045,922
 wsp. Y – 1992: 407021,583
 arkusz 100 000: Lębork, pas-słup: 30–25
 głębokość (pionowa)
 długość (gł.wiertnicza): 3340,00 m
 wys n.p.m.: 3,00 m
 zak. wiercenia: 10.5.1970 r.

Głębokość [m]		Stratygrafia (litostratygrafia)
od	do	
0,00	91,00	czwartorzęd
91,00	132,00	paleogen, neogen
132,00	155,00	koniak
155,00	242,50	turon
242,50	302,00	cenoman
302,00	472,00	trias dolny (formacja bałtycka)
472,00	714,50	perm górny
472,00	488,00	stropowa seria terygeniczna
488,00	496,00	anhydryt podstawowy A2
496,00	505,50	dolomit główny Ca2
505,50	510,00	anhydryt górny A1g
510,00	630,00	sól kamienna najstarsza Na1
630,00	697,50	anhydryt dolny A1d
697,50	706,50	wapień cechsztyński Ca1
706,50	709,00	łupek miedzionośny T1
709,00	714,50	zlepienieć podstawowy Zp1
1714,50	2 611,00	pridoli–wenlok
2 611,00	2 668,00	landower (formacja iłowców z Pasłęka)
2 668,00	2 675,00	aszgil (formacja margli i iłowców z Prabut)
2 675,00	2 711,00	karadok (formacja iłowców z Sasina formacja)
2 711,00	2 717,00	lanwim (formacja wapieni z Kopalina)
2 717,00	2 727,00	arenig górny (formacja wapieni z Kopalina)

2 727,00	2 738,00	arenig dolny (<i>formacja iłowców z glaukonitem ze Słuchowa</i>)
2 738,00	2 747,00	kambr górny (<i>formacja piaszczysta</i>)
2 747,00	3 060,00	kambr środkowy
3 060,00	3 332,50	kambr dolny
3 332,50	3 340,00	paleoproterozoik

SMOŁDZINO-1

nr CBDG: 28775

miejscowość: Smołdzino

wsp.B – 1992: 54°40'48,94" L – 1992: 17°12'53,01"

wsp. X – 1992: 758856,522

wsp. Y – 1992: 384932,945

arkusz 100 000; Ustka, pas-słup; 30–24

długość (gł.wiertnicza): 3430,00 m

wys n.p.m.: 3,00 m

zak. wiercenia: 12.4.1971 r.

Głębokość [m]		Stratygrafia (<i>litostratygrafia</i>)
od	do	
0,00	204,00	kenozoik
204,00	283,50	turon
283,50	338,50	cenoman
338,50	556,00	trias dolny (<i>formacja bałtycka</i>)
556,00	683,00	perm górny
556,00	626,00	<i>anhydryt dolny A1d</i>
626,00	652,00	<i>wapień cechsztyński Ca1</i>
652,00	683,00	<i>"formacja" Darłowa</i>
683,00	2 693,00	pridoli–wenlok
2 693,00	2 745,00	landower (<i>formacja iłowców z Pasłęka</i>)
2 745,00	2 753,00	aszgil (<i>formacja margli i iłowców z Prabut</i>)
2 753,00	2 769,00	karadok (<i>formacja iłowców z Sasina</i>)
2 769,00	2 773,00	lanwim (<i>formacja wapieni z Kopalina</i>)
2 773,00	2 777,50	arenig górny (<i>formacja iłowców z glaukonitem ze Słuchowa</i>)
2 777,50	2 787,50	arenig dolny (<i>formacja iłowców z glaukonitem ze Słuchowa</i>)
2 787,50	2 801,50	kambr górny (<i>formacja piaszczysta</i>)
2 801,50	3 035,00	kambr środkowy
2 801,50	2 826,70	<i>formacja białogórska</i>
2 826,70	2 901,00	<i>formacja dębowska</i>
2 901,00	3 035,00	<i>formacja sarbska</i>
3 035,00	3 292,50	kambr dolny
3 035,00	3 135,00	<i>formacja łebska</i>
3 135,00	3 292,50	<i>formacja klukowska</i>
3 292,50	3 418,50	ediakar (<i>formacja smółdzińska</i>)
3 418,50	3 430,00	paleoproterozoik

5.1.2 TESTY ZŁOŻOWE I OBJAWY WĘGLOWODORÓW
W OTWORACH WIERTNICZYCH

LĘBORK IG-1

Opis wykonanych w otworze opróbowań hydrogeologicznych podano w sposób skrócony, czego przyczyną jest brak wielu dotyczących tego tematu materiałów

źródłowych. Dokumentacja wynikowa otworu Lębork IG-1 nie została opracowana.

Opróbowania wszystkich opisanych poniżej poziomów zbiornikowych przeprowadzono poprzez szczypanie wody łyżką wiertniczą, a następnie jej stabilizację w poziomach z których uzyskano przyływ. Brak jest szczegółowych opisów łyżkowań i stabilizacji podających czas badań i ilość wydobytej wody. Opis opróbowań oparto wyłącznie na zachowanych nielicznych materiałach archiwalnych uwzględniających wyłącznie wyniki badań bez podawania ich przebiegu.

Poziom 1406,0–1850,0 m – sylur: iłowce, mułowce

Opróbowano poziom odsłonięty pod butem rur . Szczypanie wykonywane łyżką wiertniczą wykazało całkowity brak przyływu w badanym poziomie.

Poziom 1023,0–1030,0 m – sylur, perm (czerwony spagowiec; Tab. 5.1). Poziom udostępniono do badań wykonując perforację bezpociskową rur . Opróbowanie przeprowadzono zczypania płyn łyżką wiertniczą. Uzyskano przyływ solanki (Tab. 5.1) w ilości 6,4 m³/h przy depresji 60,0 m. Zwierciadło statyczne solanki zalegało na głębokości 37,0 m. Wyliczono wskaźniki hydrochemiczne: $rNa + rK/rCl = 0,74$; $rCl - rNa/rMg = 2,94$; $rSO_4 \cdot 100/rCl = 3,67$; $Cl/Br = 759$; $rHCO_3 + rSO_4 < rCa + rMg = 58,61 < 355,53$ i $rCl > rNa = 1562,76 > 1151,37$. Wartość wskaźnika hydrochemicznego $rNa + rK/rCl$ przy jednoczesnej wysokiej mineralizacji wody wskazuje na dobrą i długo trwającą izolację od powierzchni terenu oraz na znikomy przepływ filtracyjny. Wskaźnik $rCl - rNa/rMg$ wyższy od jedności, przy jednoczesnej wartości wskaźnika rNa/rCl nie przekraczającej 1, wskazuje na stare wody reliktoe, sedymentacyjne, najczęściej towarzyszące złożom ropy naftowej i gazu ziemnego. Na wody reliktoe towarzyszące najczęściej obszarom występowania bituminów wskazują również formuły $rCl > rNa$ oraz $rHCO_3 + rSO_4 < rCa + rMg$. Wartość wskaźnika Cl/Br przekraczająca 300, jak również wartość wskaźnika siarczanowego wynosząca 3,67, świadczą o niewielkim dopływie do badanego poziomu zbiornikowego wód infiltracyjnych.

Poziom 989,0–994,0 m – perm (cechsztyń)

Tabela 5.1. Skład chemiczny solanki uzyskanej z głębokości 1023,0–1030,0 m

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	55,400	1562,76	96,33
Br ⁻	0,073	0,91	0,06
I ⁻	0,006	0,05	0,00
HCO ₃ ⁻	0,073	1,20	0,07
SO ₄ ²⁻	2,758	57,41	3,54
Aniony razem	58,310	1622,33	100,00
Ca ²⁺	4,321	215,73	14,32
Mg ²⁺	1,700	139,80	9,28
Na ⁺	26,470	1151,37	76,40
Kationy razem	32,491	1506,90	100,00
pH: 7 Ciężar właściwy: 1,0686 g/cm ³ Sucha pozostałość: 100,5 g/dm ³			

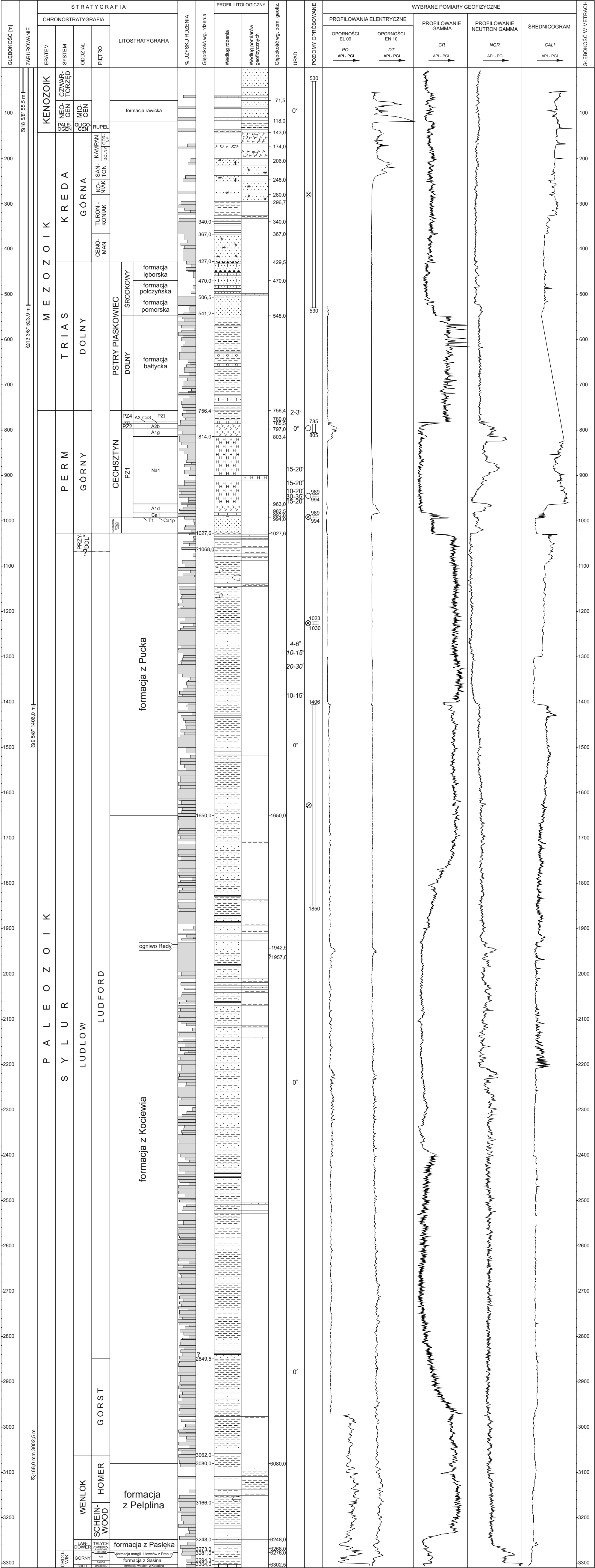
Figura 5.1. Profil litologiczno-stratygraficzny otworu Lębork IG-1.

PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU LĘBORK IG-1

SKALA: 1:4000

MIEJSCOWOŚĆ: CZERWIENIEC
WOJEWÓDZTWO: POMORSKIE
WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 20.09.1959 r.
WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 05.05.1961 r.
GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 3310,0 m

WSPÓŁRZEDNE GEOGRAFICZNE, PL 1992
SZEROKOŚĆ: 54°31'03,95"
DŁUGOŚĆ: 17°33'46,04"
PL 1992 X: 740267,697
PL 1992 Y: 406995,471
WYSOKOŚĆ N.P.M. 15,0 m



* Granica przydoł/budowy według Centralnej Bazy Danych Geologicznych, weryfikacja 2008
Pridoli/Ludlow boundary according to Central Geological Database (CBDG), review 2008

- zlepieniec conglomerate
- piaski i piaskowce sand and sandstone
- mulowce piaszczyste i mulki piaszczyste sandy mudstone, sandy mud
- mulki i mulowce mud and mudstone
- mulowce i ilowce wapińskie calcareous mudstones and claystones
- mulowce z przelawieniami pyłowców i pyłowców wapińskich mudstones with siltstone and calcareous siltstone intercalations
- ilty, ilowce i łupki clay, claystone, shale
- piaskowce wapińskie calcareous sandstone
- wapienie piaszczyste sandy limestone
- margle marl

- wapienie margliste marly limestone
- wapienie limestone
- wapienie organodetrytyczne organodetrital limestone
- wapienie oolityczne oolitic limestone
- dolomity dolomite
- anhidrydy anhydrite
- sole kamienne rock salt
- gezy gault
- glaukonit glauconite
- czerty cherts

55a

- łupki lutite
- węglany ww. powierzchnia erozyjna; w interwałach nierozdzielenych przypuszczalnie erosional surface; in uncured interval presumed
- horyzonty opróbowane formations tested
- 2001,0
- 2043,7
- brak przypiływu
- przypiły solanki
- upad pozomy apparent dip
- 4-6°
- upad rzeczywisty true dip
- 0°

Tabela 5.2. Skład chemiczny solanki uzyskanej z głębokości 530,0 m

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	14,774	416,76	94,96
88683Br ⁻	0,050	0,63	0,14
I ⁻	0,001	0,01	0,00
HCO ₃ ⁻	0,124	2,03	0,46
SO ₄ ²⁻	0,936	19,48	4,44
Aniony razem	15,885	438,91	100,00
Ca ²⁺	0,966	48,23	12,54
Mg ²⁺	0,499	41,04	10,67
Na ⁺	6,690	291,00	75,69
K ⁺	0,165	4,22	1,10
Kationy razem	8,320	384,49	100,00
pH: 7 Ciężar właściwy: 1,0191 g/cm ³ Sucha pozostałość: 25,6 g/dm ³			

Szczerpywanie wykonywane łyżką wiertniczą wykazało całkowity brak przypiływu w badanym poziomie.

Poziom 785,0–805,0 m – perm (cechsztyń)

Przeprowadzone szczerpywanie łyżką wiertniczą wykazało całkowity brak przypiływu.

Poziom 530,0 m – trias dolny (pstry piaskowiec): piaskowce, mułowce

Dopływ silnie zmineralizowanej wody (Tab. 5.2) o zapachu siarkowodoru nastąpił na głębokości 530,0 m poprzez przetarcie rur. Opróbowanie przeprowadzono szczerpując wodę łyżką wiertniczą. Wydajność wynosiła 13,0 m³/h przy depresji 90,0 m. Zwierciadło statyczne wody ustabilizowano na głębokości 30,0 m. Pobrano próbę wody w celu wykonania analizy. Wartości wskaźników hydrochemicznych wynosiły: $rNa + rK/rCl = 0,71$; $rCl - rNa/rMg = 3,06$; $rSO_4 \cdot 100/rCl = 4,67$; $Cl/Br = 295$; $rHCO_3 + rSO_4 < rCa + rMg = 21,51 < 89,27$; $rCl > rNa = 416,71 > 291$. Wartości wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl wynosząca 0,71 oraz wskaźnika $rCl - rNa/rMg$ wynosząca 3,06 wskazują na wody reliktowe, silnie zmetamorfizowane, o niewielkim przepływie filtracyjnym, izolowane od powierzchni terenu, mogące świadczyć o pobliskich wystąpieniach węglowodorów. Podobnymi wskazaniem charakteryzują się formuły $rHCO_3 + rSO_4 < rCa + rMg$ oraz $rCl > rNa$. Na wody reliktowe wskazuje również wskaźnik chlorkowo-bromkowy wynoszący 295. Wartość wskaźnika siarczanowego, wynosząca 4,67, może jednak wskazywać na niewielki dopływ wód infiltracyjnych.

Podsumowanie

W otworze Lębork IG-1 opróbowano 5 poziomów zbiornikowych: 1 poziom syluru, 1 poziom permu dolnego (łącznie ze stropową partią utworów sylurskich), 2 poziomy permu górnego i 1 poziom triasu dolnego. Z dwóch badanych poziomów uzyskano przypiływu wód, a trzy poziomy charakteryzowały się całkowitym brakiem przypiływu. Własności zbiornikowe 2 poziomów: permu dolnego łącznie z warstwami najwyższego syluru oraz poziomu dolnego triasu określa się jako średnie – są one uzależnione od przepuszczalności szczelinowej. Średnie wydajności zawierały się w granicach od około 6 m³/h przy depresji 60,0 m w poziomie perm/sylur do około 13 m³/h przy depresji 90,0 m w poziomie dolnego triasu. Badane utwory są kolektorami wód

chlorkowo-sodowych, jodkowych o suchej pozostałości wynoszącej od około 100 g/dm³ w poziomie głębszym permsko-sylurskim do około 26 g/dm³ w poziomie triasu dolnego. Wody występujące w obydwóch badanych poziomach uległy wyraźnie zaznaczającemu się zmetamorfizowaniu, wyrażonym wyliczonymi wartościami wskaźników hydrochemicznych. Wskaźniki te są charakterystyczne dla wód reliktowych, zalegających często w pobliżu wystąpień węglowodorów. Niektóre wskaźniki hydrochemiczne (siarczanowy i chlorkowo-bromkowy) świadczą o zachodzącym w niewielkim zakresie dopływie do badanych poziomów wód infiltracyjnych. Badane poziomy zbiornikowe syluru (1406,0–1850,0 m) oraz permu górnego (989,0–994,0 m i 785,0–805,0 m) charakteryzują się całkowitym brakiem przypiływu.

W przytoczonych wyżej analizach zrównoważone ilości kationów i anionów znacznie się różnią. Różnice nie przekraczające 3% można uznać za błędy nieuniknione podczas wykonywania analizy zaś w analizie solanki pobranej z głębokości 1023,0–1030,0 m suma miliwoli kationów jest o 7,1% niższa od sumy miliwoli anionów, a w analizie silnie zmineralizowanej wody pobranej z głębokości 530,0 m różnica ta wynosi aż 12,4%. Duże różnice są przypuszczalnie spowodowane głównie niekompletnością analiz, czyli z nie oznaczeniem mniej pospolitych kationów. Niekompletność omawianych analiz chemicznych utrudnia określenie warunków hydrogeologicznych opróbowanych poziomów zbiornikowych. Szczególnie pomocne przy określaniu możliwości występowania węglowodorów byłyby również oznaczenia ilościowe występujących w wodzie baru, boru i amoniaku, które pominięto. Wartości wskaźników hydrochemicznych nie w każdym przypadku są jednoznaczne. Odnosi się to do wskaźnika siarczanowego wskazującego na nieznaczny dopływ do badanego poziomu zbiornikowego wód infiltracyjnych oraz wskaźnika chlorkowo-bromkowego w solance pobranej z głębokości 1023,0–1030,0 m, również świadczącego o niewielkim dopływie słabiej zmineralizowanych wód infiltracyjnych.

SMOŁDZINO-1

Celem opróbowania było określenie możliwości nagromadzenia bituminów obrębie osadów paleozoiku.

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 2785,0–2864,0 m – ordowik, kambr górny i środkowy: piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur. Ze względu na zatkanie przewodu i próbnika rdzą próba nieudana.

Poziom 2795,0–2915,4 m – kambr górny i środkowy: piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur. Na przypiływu oczekiwano 20 min., na wzrost ciśnienia 90 min. Stwierdzono brak przypiływu.

Poziom 2912,3–2954,5 m – kambr środkowy: iłowce, piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur. Po 30 min. oczekiwania na przypiływu nastąpiło gwałtowne obniżenie lustra płuczki poza przewodem wskutek pęknięcia uszczelnacza. Stwierdzono brak przypiływu.

Poziom 2780,0–3010,3 m – ordowik, kambr górny i środkowy: piaskowce, iłowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur. Czas oczekiwania na przypiływu

wynosił 20 min., na wzrost ciśnienia 60 min. Stwierdzono brak przyływu.

Poziom 2795,0–3143,0 m – kambr górny, środkowy i dolny: piaskowce, iłowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur, zalewając 975 m przewodu. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 30 min., na wzrost ciśnienia 90 min. Stwierdzono brak przyływu.

Poziom 3262,3–3296,4 m – kambr dolny, eokambr: piaskowce, iłowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur, zalewając 40 pasów przewodu wodą. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 31 min., na wzrost ciśnienia 90 min. W wyniku badania stwierdzono przyływ 110 l płynu (Tab. 5.3) z gazem (Tab. 5.4). Ciśnienie złożowe wynosiło około 310 atm.

Table 5.3. Skład chemiczny solanki uzyskanej z głębokości 3262,3–3296,4 m

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	37,4544	1056,2140	97,368
Br ⁻	0,1332	1,6663	0,154
HCO ₃ ⁻	0,1952	3,1993	0,294
SiO ₃ ²⁻	0,1570	4,1291	0,382
SO ₄ ²⁻	0,9383	19,5354	1,802
Aniony razem	38,8781	1084,7441	100,000
NH ₄ ⁺	0,0060	0,3331	0,032
Fe ³⁺	0,5287	28,3964	2,618
Ca ²⁺	4,7127	235,1644	21,678
Na ⁺	18,8787	820,8502	75,672
Kationy razem	24,1261	1084,7441	100,000
pH: 7,15 Ciężar właściwy: 1,044 g/cm ³ Sucha pozostałość: 70,0 g/dm ³			

Tabela 5.4. Skład chemiczny gazu uzyskanego z głębokości 3086,2–3101,3 m

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	28,34	202,496
C ₂ H ₆	0,26	3,526
C ₃ H ₈	ślady	–
CO ₂	0,37	7,314
N ₂	53,68	671,280
H ₂	16,80	15,157
He	0,55	0,982
Razem	100,00	900,755
Gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem: 0,959 Gęstość gazu czystego: 0,897 Zawartość powietrza z O ₂ : 77,82 % obj. Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 61,82 % obj. N ₂ nadmiarowy: 14,47 % obj. Wartość opałowa górna: 3242,58 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna: 2895,00 kcal/Nm ³		

Poziom 3287,9–3349,7 m – eokambr: piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur, zalewając 1412 m przewodu. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 60 min., na wzrost ciśnienia 80 min. Stwierdzono brak przyływu.

Poziom 2795,0–3430,0 m – kambr górny, środkowy i dolny, eokambr, proterozoik: piaskowce, iłowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod butem rur, zalewając 500 m przewodu. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 30 min., na wzrost ciśnienia 80 min. Stwierdzono brak przyływu.

Po płukaniu i torpedowaniu w interwale 3370,0–3375,0 m opróbowanie powtórzono, zalewając 511 m przewodu wodą. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 40 min., a na wzrost ciśnienia 90 min. Nie uzyskano przyływu. Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym

Opróbowanie po zakończeniu wiercenia

Poziom 657,5–625,5 m – perm (cechsztyń): wapienie

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale udostępnionym przez perforację bezpociskową, oddając 10 strzałów/1m. Zastosowano zalewkę zalewając 25 m przewodu. Czas oczekiwania na przyływ wynosił 20 min., na wzrost ciśnienia 20 min. W wyniku opróbowania stwierdzono przyływ 2180 l płynu bez śladów bituminów (Tab. 5.5). Po zakończeniu badań otwór zlikwidowano.

Tabela 5.5. Skład chemiczny solanki uzyskanej z głębokości 657,5–625,5 m

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	17,9847	507,1685	89,924
Br ⁻	0,0999	1,2497	0,222
CO ₃ ²⁻	0,0840	2,7997	0,496
SO ₄ ²⁻	2,5351	52,7807	9,358
Aniony razem	20,7037	563,9986	100,000
NH ₄ ⁺	0,0005	0,0277	0,004
Ca ²⁺	1,8242	91,0314	16,142
Mg ²⁺	0,5492	45,1720	8,008
Na ⁺	9,8382	427,7675	75,846
Kationy razem	12,2121	563,9986	100,000
pH: 8,2 Ciężar właściwy: 1,024 g/cm ³ Sucha pozostałość: 33,0 g/dm ³			

Podsumowanie

Przyływ płynu złożowego z gazem uzyskano tylko podczas jednej próby złożowej w utworach eokambru.

ŁEBA-8

Celem opróbowania było określenie perspektywiczności i parametrów zbiornikowych osadów starszego paleozoiku.

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 2730,0–2761,2 m – kambr środkowy i górny: piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Na przyływ oczekiwano 20 min., na wzrost ciśnienia 55 min. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu.

Poziom 2727,4–2848,0 m – kambr środkowy i górny: piaskowce, iłowce, mułowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Na przyływ oczekiwano 25 min., na wzrost ciśnienia 80 min. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu.

Poziom 3012,0–3041,4 m – kambr środkowy: piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Na przyływ oczekiwano 140 min., na wzrost ciśnienia 45 min. Po 120 min. uzyskano wypływ palnego gazu z przewodu (Tab. 5.6). Przyływu wody złożowej nie stwierdzono.

Tabela 5.6. Skład chemiczny gazu uzyskanego z głębokości 3012,0–3041,4 m

Składnik gazu	% obj.
CH ₄	90,42
C ₂ H ₆	4,63
C ₃ H ₈	0,92
C ₄ H ₁₀	0,09
C ₅ H ₁₀	0,08
CO ₂	0,02
alphaN ₂	3,51
H ₂	0,30
Razem	99,97

Poziom 3126,3–3161,4 m – kambr dolny: piaskowce, iłowce, mułowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Na przyływ oczekiwano 45 min., na wzrost ciśnienia 90 min. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu i brak śladów bituminów.

Poziom 3136,0–3194,3 m – kambr dolny: piaskowce, mułowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami, zalewając 1000 m przewodu wodą. Na przyływ oczekiwano 30 min., na wzrost ciśnienia 130 min. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu. Temperatura badanego horyzontu wynosi 103°C.

Poziom 3310,4–3340,0 m – proterozoik: piaskowce, skały krystaliczne

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Na przyływ oczekiwano 30 min., na wzrost ciśnienia 60 min. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu i brak śladów bituminów. Przyływu nie uzyskano także w czasie późniejszych prób wytlaczania kompresorem. W okresie oczekiwania na dalsze próby złożowe z głowicy otworu udało się pobrać próbkę gazu (Tab. 5.7).

Tabela 5.7. Skład chemiczny gazu uzyskanego z głębokości 3012,0–3041,4 m

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	90,33	647,485
C ₂ H ₆	6,32	85,699
C ₃ H ₈	1,87	37,474
C ₄ H ₁₀	ślady	–
CO ₂	ślady	–

N ₂	0,48	6,002
H ₂	1,00	0,089
He	ślady	–
Razem	100,00	776,749
Gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem: 0,817		
Gęstość gazu czystego: 0,600		
Zawartość powietrza z O ₂ : 1,09 % obj.		
Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 0,86 % obj.		
N ₂ nadmiarowy: 1,47 % obj.		
Wartość opałowa górna gazu czystego: 10 129,89 kcal/Nm ³		
Wartość opałowa dolna gazu czystego: 9151,49 kcal/Nm ³		

Opróbowanie po zakończeniu wiercenia

Poziom 3080,0–2995,0 m – kambr dolny i środkowy: piaskowce, mułowce.

Opróbowanie przeprowadzono przez wytłaczanie płynu kompresorem w interwale niezarurowanym i udostępnionym przez szlicowanie rur. W wyniku badania nie uzyskano przyływu.

Poziom 3031,0–3027,0 m – kambr środkowy: piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono przez wytłaczanie płynu kompresorem w interwale udostępnionym przez torpedowanie rur. W wyniku badania nie stwierdzono przyływu. Brak przyływu z najbardziej interesującego poziomu spowodował decyzję o likwidacji otworu.

Podsumowanie

Penetracja osadów paleozoiku za bituminami doprowadziła do uzyskania przyływu gazu ziemnego z części osadów kambru środkowego. Jednak osady te odznaczają się słabymi własnościami kolektorskimi.

5.1.3. PETROGRAFIA OSADÓW EDIAKARU I NIŻSZEGO PALEOZOIKU

5.1.3.1 PETROGRAFIA OSADÓW EDIAKARU I KAMBRU W ZACHODNIEJ CZĘŚCI OBNIŻENIA BAŁTYCKIEGO

Badania petrograficzne osadów kambryjskich w zachodniej części obniżenia bałtyckiego przeprowadzane były na materiale skalnym pochodzącym, między innymi, z profili Darżlubie IG1, Żarnowiec IG 1, Dębki 2, Prabuty IG1, Łeba 8, Smołdzino 1, Piaśnica 2, Białogóra 1 (Bednarczyk i Turnau–Morawska, 1975; Sikorska, 1998; Jaworowski i Sikorska, 2003). Wykazały one, że osady ediakaru i kambru na tym obszarze wykształcone są bardzo podobnie. Charakterystyka petrograficzna tych utworów w obszarze przetargowym Damnica nie wykazuje istotnych różnic w stosunku do obszaru Żarnowiec.

Formacja Żarnowiecka

Formacja żarnowiecka występuje w północnej Polsce ciągnąc się w brzeżnej części kratonu wschodnioeuropejskiego. Są to osady lądowo-morskie, które spoczywają bezpośrednio na podłożu krystalicznym i nie zawierają skamieniałości (Sikorska, 1998; Jaworowski i Sikorska, 2003).

Zaliczane są do najwyższego ediakaru i najniższej części kambru dolnego. Reprezentowane są głównie przez piaskowce charakteryzujące się zróżnicowanym zabarwieniem (od kremowego przez szare i pstre do brunatnego) i zmiennym uziarnieniem. W próbkach rdzeni często widoczne są w piaskowcach ziarna frakcji psefitowej. W badanych skałach wyróżniono odgrywające dominującą rolę waki kwarcowe i arkozowe oraz mniej liczne arkozy i arenity kwarcowe. Obecne są cienkie warstewki mułowcowe.

Osady odznaczające się najgrubszym ziarnem dominują w przyspągowych częściach badanych profili. Wysortowanie oraz obtoczenie materiału okrusowego jest najczęściej słabe, przy czym parametry te pogarszają się znacznie w przyspągowych partiach profili. Szkielet ziarnowy składa się głównie z kwarcu i zmiennej ilości skalenia, okrusów skał podłoża krystalicznego, łyszczyków, minerałów akcesorycznych. Spoiwo stanowi masa ilasta złożona z illitu, chlorytu, hematytu natomiast cementy kwarcowy i węglanowy występują sporadycznie.

Kambr dolny

W osadach morskich kambru dolnego dominuje litofacja piaszkowca z licznymi, różnej miąższości wkładkami mułowców i iłowców, które miejscami tworzą charakterystyczną litofację heterolitów (Jaworowski, 1997). Najniższe ogniwo stanowią piaszkowce średnio- i gruboziarniste (waki subarkozowe), w których materiał okrusowy jest źle wysortowany i słabo obtoczony. Są to piaszkowce niedojrzałe mineralogicznie i teksturalnie (*sensu* Folk, 1968). W pozostałej części kambru dolnego piaszkowce reprezentowane są głównie przez arenity kwarcowe, rzadziej waki kwarcowe (Sikorska 1998). Są to skały zwarte, masywne, słabo porowate i nieporowate. Kwarc jest głównym składnikiem materiału okrusowego i jego zawartość w ortokwarcytach (ziarna + cement kwarcowy) dochodzi do 100%. Skalenie, poza przyspągową częścią profili, występują w niewielkich ilościach. Obecne są łyszczyki, glaukonit, minerały akcesoryczne, spoiwo ilaste, cement węglanowy.

Mułowce mają barwy ciemnoszare z jasnymi laminami piaszczystymi. Jakościowo nie różnią się składem od piaszczystych, natomiast zawierają znacznie więcej minerałów ilastych, łyszczyków i substancji organicznej. Iłowce występują podrzędnie (najwięcej w rejonie Gdańska). Są to skały barwy czarnej z jaśniejszymi laminami i soczewkami grubszego materiału. Iłowce właściwe (<15% grubszej frakcji) występują rzadko, większość to iłowce pylaste. Poza masą ilastą (głównie illit, a także chloryt i śladowo kaolinit) zawierają: kwarc, łyszczyki, skalenie, glaukonit, fosforany, węglany, pirit, substancję organiczną.

Kambr środkowy

Osady środkowokambryjskie zdominowane są przez piaszkowce, którym niekiedy towarzyszą mułowce i iłowce. Skały drobnoziarniste oraz utwory typu heterolitów występują znacznie rzadziej niż w kambrze dolnym. Piaszkowce są wyjątkowo dojrzałe mineralogicznie i teksturalnie. Materiał okrusowy jest bardzo dobrze obtoczony i wysortowany. Piaszkowce niemal w całości reprezentowane są przez arenity kwarcowe (często typu ortokwarcytów) i tylko sporadycznie obecne są waki kwarcowe. Zawierają bardzo mało spoiwa ilastego, a spojone są głównie regeneracyjnym cementem kwarcowym. Stopień zsylikowania piaszczystych kambryjskich ma ścisły związek z historią pogrzebania (Sikorska i Paczeńska 1997). Obecny jest też cement węglanowy i niekiedy kaolinitowy. Skład mineralny jest jeszcze uboższy niż w piaszczystych dolnokambryjskich. Znacznie rzadziej występują łyszczyki, skalenie, glaukonit, minerały akcesoryczne.

Piaszkowce (Żarnowiec IG 1) mimo silnej sylikacji wykazują niekiedy porowatość, która wynika z niecałkowitego wypełnienia przestrzeni międzyziarnowej przez obwódki regeneracyjne na ziarnach kwarcu lub ma charakter moldyczny – pory po rozpuszczonych skaleniach (Sikorska, 1998).

Mułowce mają podobny jakościowo skład mineralny do piaszczystych, ale zawierają więcej pelitu ilastego oraz łyszczyków. Iłowce składają się z ilastej masy o składzie illitowo-chlorytowym z domieszką materiału pylastego – głównie kwarcu. Ponadto zawierają łyszczyki, pirit, substancję

organiczną, węglany. Skały te nie różnią się wykształceniem od skał mułowcowo-iłowcowych kambru dolnego.

Kambr górny

Osady kambru górnego, stanowiące jedynie poerozyną pozostałość, reprezentowane są głównie przez osady ilasto-węglanowe, w spągu których występują piaszkowce i wapienie piaszczyste. Silnie bitumiczne iłowce oraz wapienie charakteryzują się czarną barwą pochodzącą od rozproszonego piryty i znacznej ilości substancji organicznej. Masa ilasta składa się głównie z illitu. Skały te zawierają niewielką domieszkę pyłu kwarcowego oraz węglanów.

Wapienie, tworzące w iłowcach przewarstwienia i soczewkowate formy, mają strukturę zbitą, masywną i należą do sparytów oraz biosparytów. W wapieniu z otworu wiertniczego Żarnowiec IG 1 występują struktury typu cone-in-cone. W niektórych sparytach pomiędzy kryształami kalcytu występuje substancja organiczna.

5.1.3.2. PETROGRAFIA OSADÓW ORDOWIKU I SYLURU

Wstęp

Charakterystykę petrograficzną osadów ordowiku i syluru w rejonie przetargowym przedstawiono na podstawie informacji zamieszczonych w publikacjach Langier-Kuźniarowej (1964; 1967; 1971a, b; 1974a, b; 1979; 1981; 2015), Sikorskiej-Jaworowskiej i in. (2016), w Profilach Głębokich Otworów Wiertniczych PIG (Podhalańska i in., 2015), oraz w dokumentacjach wynikowych wybranych otworów wiertniczych (Sikorski, 1971, 1972).

Osady ordowiku na obszarze przetargowym należą do formacji ze Słuchowa, z Kopalina, Sasina oraz Prabut. Spoczywają one na osadach kambru, jedynie w otworze wiertniczym Lębork IG 1 nie zostały przewiercone. Osady syluru charakteryzują się dużymi miąższościami i reprezentują landower, wenlok, ludlow i przydol, przynależne do formacji z Pasłęka, Pelplina, Kociewia i Pucka.

Wykształcenie litologiczne osadów ordowickich i sylurskich jest na ogół bardzo monotonne. Są to skały ilaste: szare i ciemnoszare iłupki graptolitowe, z cienkimi poziomami ordowickich skał glaukonitowych (Łeba 8), skały węglanowe, margliste oraz mułowce margliste, głównie w sylurze (ludlow). Poza tym w obrębie skał ilastych występują soczewki lub warstewki węglanowe oraz nieliczne wkładki pochodzenia piroklastycznego.

Skały ilaste występują w dwóch mikrolitofacjach – jasnej i ciemnej (Langier-Kuźniarowa, 1967, 2015). Skały ilaste mikrolitofacji jasnej składają się z substancji ilastej, w skład której wchodzi hydromiki grupy illitu oraz chloryty. Ponadto zawierają pył kwarcowy i węglanowy (kalcyt i dolomit w zmiennych ilościach), pigment piritowy oraz drobne ilości minerałów ciężkich oraz lokalnie wodorotlenki żelaza. Skały ilaste mikrolitofacji ciemnej mają charakterystyczną teksturę mikrolaminową, w której występują afanitowe soczewki nieoznaczalnych mikroskopowo składników. Oprócz minerałów wymienionych dla mikrolitofacji jasnej charakterystyczna jest tu obecność piryty i materii organicznej w postaci skupień równoległych ułożonych w laminach (Langier-Kuźniarowa, 2015).

Mułowce odznaczają się srebrzystą barwą, strukturą aleurytową i teksturą spływową. Ich cechą charakterystyczną jest obfitość muskowitu lub hydromuskowitu, niekiedy z biotytem i chlorytem oraz lokalnie rozszanymi skupieniami wodorotlenków żelaza. Powszechnie występuje kwarc. Spoiwo mułowców jest margliste lub węglanowe. Mułowce często laminowane są substancją ilastą.

Skały węglanowe są głównym typem osadu obok łupków ilastych w ordowiku, natomiast w sylurze występują podrzędnie, w postaci soczewek, konkrecji i wkładek wapienia pelitycznego.

Skały glaukonitowe opisano w spągu profilu ordowiku w otworze Łeba 8.

Skały tufitowe (bentonity) występują w postaci cienkich wkładek grubości rzędu od kilku milimetrów do kilku centymetrów, zarówno w ordowiku, jak i w sylurze.

Skały ordowiku i syluru określono jako osady pozbawione cech kolektorskich. Charakteryzują się one niskimi wartościami porowatości efektywnej i całkowitej (Sikorska-Jaworowska i in., 2016).

Ordowik

W osadach ordowiku, w rejonie przetargowym Damnica, wyróżniono litofacje: glaukonitową, węglanową, ilastą i piroklastyczną.

Litofacja glaukonitowa charakterystyczna jest dla spągu profilu ordowiku (arenig). Są to głównie iłowce z glaukonitem. Ku stropowi poziomu glaukonitowego zaznacza się stopniowy spadek zawartości glaukonitu. Zmienne ilości glaukonitu występują w skale ilastej o znacznej zawartości materii organicznej oraz w węglanowo-marglistej.

Litofacja węglanowo-marglista, w dolnej części profilu ordowiku (arenig), reprezentowana jest przez mikryt marglisty barwy ciemnoszarej, o różnej zawartości materii organicznej. Wyżej w profilu występują ciemnoszare wapienie mikrytowe, organodetrytyczne, w których szczątki organiczne wypełnione są szamozytem, pirytem i impregnowane wodorotlenkami żelaza. Miejscami nagromadzenie pirytu w skale jest znaczne. Ponadto, występują również margle ciemnoszare o zmiennej zawartości materii organicznej, zwane centkowanymi, w związku z nierównomiernym rozmieszczeniem substancji organicznej. W swym składzie zawierają skupienia pirytu, mułek kwarcowy oraz znaczną ilość mikroskopowej wielkości romboedrów, prawdopodobnie, dolomitu.

Litofacja ilasta reprezentowana jest przez iłowce i łupki ilaste, niektóre pylaste, miejscami pyłowce. Substancja ilasta wykazuje zasadniczo stały skład mineralny i jest asocjacją illitu, illitu/smektytu oraz chlorytów. Zawartość materiału detrytycznego (głównie kwarc, łyszczyki) jest zmienna, podobnie jak i jego uziarnienie. W spągowej części profilu występują osady typowej mikrolitofacji jasnej. W iłowcu poza typowymi składnikami mineralnymi występują węglanowe i fosforanowe szczątki organiczne, skupienia pirytu, ooidy szamozytowe oraz materia organiczna. Wyżej występują

iłowce barwy brunatnoczarnej, przepełnione substancją bitumiczną prawie całkowicie przysłaniającą minerały ilaste. Substancja bitumiczna bywa rozmieszczona dość równomiernie lub nierównomiernie w postaci mikrosoczewek. Węglany tworzą laminy, żyłki (Fig. 5.2), wypełniają szczątki organiczne oraz występują jako rozproszony pelit węglanowy. W iłowcach widoczne są przejawy sylikacji i mineralizacji siarczanowej (baryt, celestyn).

Litofacja piroklastyczna reprezentowana jest przez pelityczne bentonity, które występują w postaci cienkich warstewek w profilu ordowiku, w karadoku (Sandb-kat). Barwa skał najczęściej jest szara. Krystaloklasty, wśród których wyróżniono: kwarc, skalenie i biotyt (miejscami schlorityzowany), występują w zmiennych ilościach. Piryty występują w postaci pigmentu lub skupień; węglany często tworzą skupienia.

Sylur

W osadach syluru, w obszarze przetargowym, wyróżniono cztery litofacje: ilastą, mułowcową, węglanową i piroklastyczną.

Litofacja ilasta reprezentowana jest przez łupki ilaste i iłowce mikrolitofacji jasnej i ciemnej. Składają się one z pelitycznej, blaszkowatej substancji ilastej o składzie illitu (niekiedy z serycytem) i chlorytu, blaszek muskowitu, mułku kwarcowego, pelitu i drobnych kryształów węglanowych (kalcyt, dolomit), pigmentu i większych ziarn pirytu, pojedynczych ziarn cyrkonu i turmalinu oraz materii organicznej.

W spągu formacji z Pasłęka (landower) występują łupki ilaste i iłowce ciemne, barwy brunatnoczarnej, przepełnione substancją bitumiczną, rozmieszczoną niezbyt równomiernie w poszczególnych laminach.

Powyżej dolnej granicy ludlowu wstępuje kompleks osadów składający się z łupków, iłolupków i mułowców mikrolitofacji jasnej i ciemnej przekładany warstwami mułowców o spoiwie węglanowym i margli. Wyżej występuje seria iłolupków należących do mikrolitofacji ciemnej, poprzecinanych żyłkami kalcytowymi. W górnej części kompleksu wśród łupków ilastych pojawia się mikrolitofacja jasna, przewarstwiająca się z łupkami mikrolitofacji ciemnej (Fig. 5.3) i łupkami marglistymi. Wyżej, aż do stropu osadów syluru, występują skały ilaste: iłowce, iłolupki i łupki ilaste, początkowo obu mikrolitofacji, a następnie ze zdecydowaną przewagą mikrolitofacji jasnej w miarę posuwania się ku stropowi. Skały te w wielu poziomach są poprzecinane siecią żyłek węglanowych (kalcyt) i siarczanowych (celestyn).

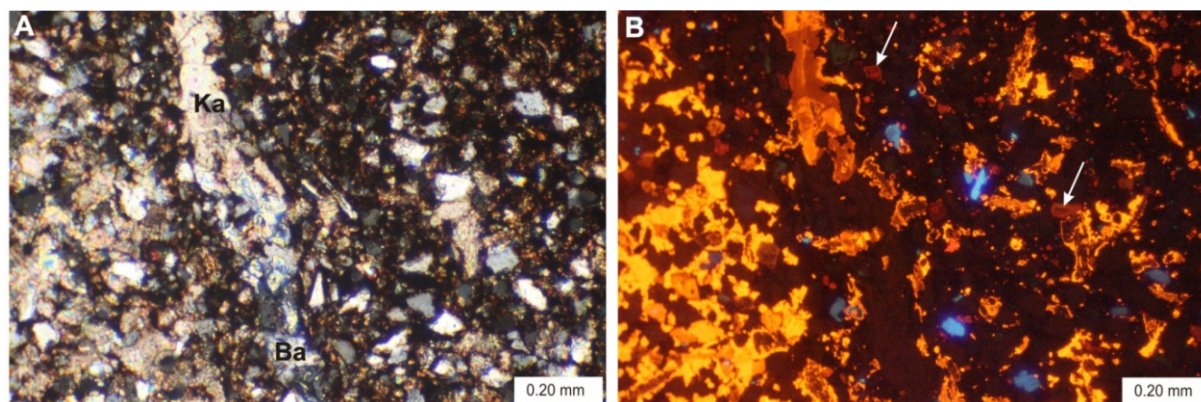


Figura 5.2. A – fragment pyłowca wapnistego; widoczne spękanie wypełnione kalcytem (Ka) i barytem (Ba); nikole skrzyżowane; otwór Lębork IG 1, głęb. 3279,9 m; B – obraz w CL skały z fot. A; widoczne skalenie potasowe wykazujące niebieską luminescencję, kalcyt o luminescencji w barwach żółtych i pomarańczowych oraz drobne romboedry dolomitu (strzałki) o budowie pasowej, baryt nie wykazuje luminescencji (fot. M. Sikorska-Jaworowska).

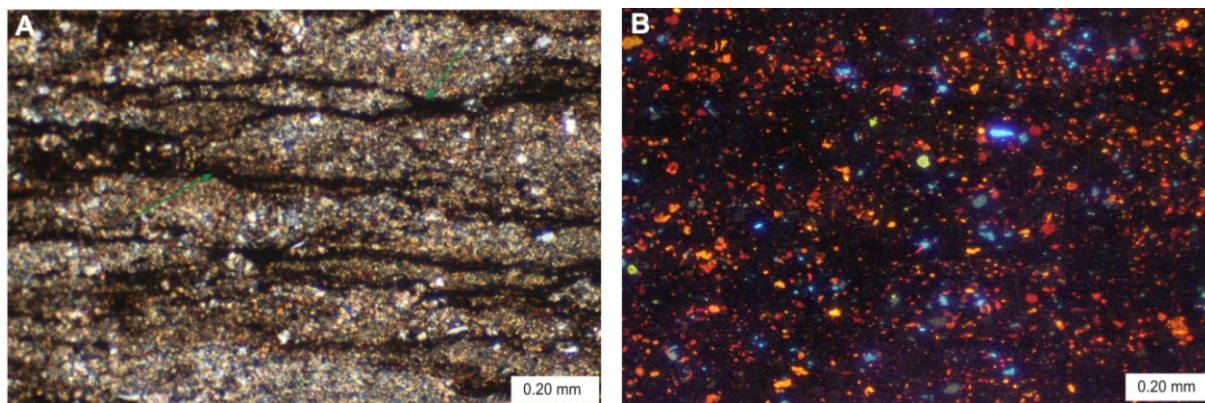


Figura 5.3. A – fragment łowca z widocznymi laminami substancji organicznej i żelazistej (zielone strzałki); nikole skrzyżowane; otwór Łębork IG 1, głęb. 3198,0 m; B – obraz w CL skały z fot A; widoczne skalenie potasowe wykazujące niebieską luminescencję, plagioklasy o luminescencji szarzielonkawej, apatyt świecący na żółtozielono, kalcyt o luminescencji w barwach żółtych i pomarańczowych oraz dolomit o luminescencji czerwonej i brunatnoczerwonej (fot. M. Sikorska-Jaworowska).

Litofacja mułowcowa jest reprezentowana przez mułowce i mułowce piaszczyste i występuje głównie w łudlowie. Barwa skały jest srebrzysta, struktura aleurytowa, tekstura przeważnie kierunkowa (laminowana, spływowa). Głównymi składnikami skały są kwarc i blaszki muskowitu. Ponadto mułowce zawierają blaszki biotyту, ziarna skalenia, cyrkon, pigment piritowy, pelityczne węglany, skupienia wodorotlenków żelaza i niewielkie ilości materii organicznej. Spoiwo mułowców jest zmienne: margliste, węglanowe i ilaste.

Litofacja węglanowa, miejscami marglistą zarówno zazębia się z litofacją mułowcową, jak i występują niezależnie od niej. Występują tu ciemne, bitumiczne drobnokrystaliczne sparyty i mikryty. Obserwowano także zrekrytalizowany sparyt marglisty, zawierający niewielkie ilości mułku kwarcowego, substancję ilastą, wodorotlenki żelaza i pigment piritowy. Poza tym wyróżniono, łowce wapniste, margle bitumiczne, bardzo drobnokrystaliczny mikryt o znacznej zawartości materii organicznej i pigmentu piritowego.

Litofacja piroklastyczna reprezentowana jest przez cienkie warstewki tufitowe barwy szarooliwkowej. Występują one w kilku poziomach, o miąższości około kilku milimetrów. Zawartość krystaloklastów, wśród których dominują blaszki biotyту, rzadziej ziarna kwarcu i skalenia czy cyrkonu, jest zmienna. Wyróżniono również pigment piritowy, niewielkie skupienia węglanowe i kryształy apatytu. Wśród minerałów ilastych zidentyfikowano minerały mieszanopakietowe illit-smektyt, a także chloryty, kaolinit.

Podsumowanie

1. Utwory ordowiku nie różnią się zasadniczo od obserwowanych w innych profilach na Niżu Polskim. Są wykształcone w litofacji glaukonitowej, węglanowej, ilastej i piroklastycznej. Zawierają smugi ilaste i poziomy margli centrowanych. Obecność wapieni organodetrytycznych wskazuje na sedimentację płytkowodną (Langier-Kuźniarowa, 2015).

2. Osady syluru odpowiadają równiekowym osadom w innych profilach na Niżu Polskim. Wyróżniono litofacje: ilastą (mikrolitofacja jasna i ciemna), mułowcową, węglanowo-marglistą i piroklastyczną. Obserwuje się prawidłowość polegającą na przewadze skał ilastych mikrolitofacji ciemnej w starszych warstwach syluru i skał mikrolitofacji jasnej – w młodszych (m. in. otwór Łębork IG 1). Łowce i łupki ilaste wykazują w całym profilu syluru stały skład mineralny i składają się z illitu, chlorytu, serycytu, zawierając

ponadto kwarc, kalcyt, dolomit, skalenie, pirit i materię organiczną.

3. Substancja bitumiczna jest rozproszona w postaci drobnych, płaskich, soczewkowatych skupień, ułożonych zgodnie z laminacją skały, ostro ograniczonych w kierunku pionowym, a nieostro w poziomym.

4. Skały piroklastyczne, stwierdzone między innymi w otworze Łębork IG 1, mają skład mineralny bardzo złożony i znacznie odbiegają od typowych bentonitów.

5.1.4. WYNIKI BADAŃ GEOFIZYKI OTWOROWEJ

Uwaga 1: Wszystkie głębokości podano w m p.p.t.

Uwaga 2: Wszystkie cytowania dotyczą dokumentacji dostępnych w NAG, ich egzemplarze np. w archiwum PGNiG mogą być bardziej kompletne

1) **Łeba 8** – (Sikorski i in., 1972) wykonano następujące pomiary geofizyki otworowej:

- a) boczne sondowanie elektryczne w interwałach: 222–752, 753–1986, 1950–2753, 2750–2835, 2837–3039, 3007–3188, 3007–3188, 3150–3298, 2841–3298, 3250–3290 m;
- b) profilowanie średnicy w interwałach: 222–752, 753–1931, 753–2753, 754–2834, 2837–3039, 2838–3075, 2838–3151, 2840–3191,5, 2840–3331, 2840–3320, 2838–3338, 3138–3338, 2838–3132, 2837–3132 m;
- c) mikroprofilowanie średnicy w interwałach: 2443–2752, 754–2690, 2939–3039, 2838–3075, 2950–3156, 2950–3103, 3140–3295, 2840–3320, 3038–3338, 3239–3339, 2958–3132, 300–3132 m;
- d) inklinometr w interwałach: 25–750, 750–1935, 1975–2760, 2775–2840, 2815–3040, 3025–3175, 3150–3275, 3275–3325 m;
- e) profilowanie gamma i neutron gamma w interwałach: 3–1993, 1950–2759, 2750–2838, 2842–3039, 2945–3190, 3150–3302 m oraz same prof. gamma: 15–3302 i 3275–3335 m;
- f) laterolog w interwałach: 222–752, 753–2753, 2828–3075, 2839–3302 m;
- g) sonda węglanowa w interwale 752–1991 m;
- h) profilowanie akustyczne w interwale 2800–3235 m;
- i) profilowaniem elektromagnetyczne w interwale 400–2000 m;

j) profilowanie jakości zacementowania w interwale 50–2832 m;

k) profilowanie temperatury w interwale 50–2930 m.

Ponadto wykonano również:

a) profilowanie gazowe w interwale 2780,2–3258,1 (poza gł. 3179,3–3186,4);

b) profilowanie prędkości średnich.

Do dokumentacji dołączono część z ww. pomiarów w postaci osobnych załączników i profilu odwiertu.

Wyniki ilościowej interpretacji geofizyki wiertniczej zestawiono w tabeli 5.8.

Tabela 5.8. Wyniki ilościowej interpretacji geofizyki wiertniczej

Interwał [m]	Porowatość [%]
634,5–642	7
642–651	10
697,5–702	18
702–706	24
709–715	7,5–11
1722,5–1740	9–12
1930,5–1942	14
1961–1966	9

Najbardziej interesujące poziomy w obrębie kambru mają charakter szczelinowy i występują w głębokościach: 3004–3009, 3015–3020, 3027–3033, 3043–3051, 3062–3075, 3111–3120, 3145–3150, 3175–3180, 3199–3204 m.

W zasobach CBDG dostępne są jedynie cyfrowe wersje pomiarów prędkości średnich.

2) Smółdzino-1 – (Sikorski i in., 1971) wykonano następujące pomiary geofizyki otworowej:

a) boczne sondowanie elektryczne w interwałach: 135–695, 750–2851, 2825–3139, 2825–3139, 2825–3139, 3025–3298, 3025–3298, 3025–3298, 3270–3425, 3270–3423 m;

b) profilowanie średnicy w interwałach: 20–136, 134–695, 748–1347, 7502852, 2795–2956, 2794–3013, 2793,5–3092,5, 2794–3003, 2795–2956, 3036–3136, 3132–3232, 3098–3198, 3146–3346, 3224–3424, 2795–3135, 2795–3225, 2795–3188, 2795–3340, 2795–3424, 2795–3424 m;

c) mikroprofilowanie średnicy w interwałach: 2653–2853 i 2992–3092 m;

d) inklinometr w interwałach: 25–130, 125–695, 750–1350, 1390, 2850, 2850–3140, 31003190, 3275–3425;

e) profilowanie gamma i neutron gamma w interwałach: 4–692, 650–2853, 2825–3125, 2750–3147, 3025–3299, 3025–3299, 3270–3426 m (plus same neutron–gamma 3270–3426 m i same profilowanie gamma 2785–2800 i 3–3426 m);

f) laterolog w interwałach: 750–2852, 3015–3299, 3025–3299, 3270–3425, 3025–3425 m;

g) sonda węglanowa w interwale 3270–3425 m;

h) profilowanie akustyczne w interwale 2795–3430 m.

Ponadto wykonano również:

a) profilowanie gazowe w interwale 2920–3430 m (poza głębokością 3143–3194 i 3309,5–3335,1 m) – 12 pomiarów;

b) profilowanie prędkości średnich.

Do dokumentacji dołączono część z ww. pomiarów w postaci osobnych załączników i profilu odwiertu.

Wyniki ilościowej interpretacji geofizyki wiertniczej zestawiono w tabeli 5.9:

Tabela 5.9. Wyniki ilościowej interpretacji geofizyki wiertniczej

Interwał [m]	Porowatość [%]	Zawodnienie [%]
222,5–240	32,5	100
240–250	31	100
282,5–302	35	100
302–324	37	100
622,5–652	21,5	–
652–675	24	100

Wydzielono serie kolektorskie: 3240–3247, 3264–3270, 3324–3334, 3340–3364, 3370–3398 m, o nasyceniu bituminami podejrzewano interwał 3370–3375 m.

W zasobach CBDG dostępne są jedynie cyfrowe wersje pomiarów prędkości średnich oraz jeden plik zawierający wybrane kompozytowe pomiary. Być może większa ilość scyfrowanych danych znajduje się w archiwach należących obecnie do PGNiG.

3) Warblino 1H – dostępne materiały (Dziadzio i Ciesielski, 2015a) nie zawierają informacji o badaniach geofizyki otworowej wykonanych w otworze.

4) Lębork IG-1 – opis wykonanych badań zawarty jest w (Roman, 2015) i został tu przytoczony we fragmentach:

„W otworze wiertniczym Lębork IG 1 wykonano pomiary geofizyki wiertniczej w 6 odcinkach pomiarowych. Badania były wykonywane przez Bazę Geofizyki Kopalnianej w Pile Zakładu Geofizyki Przemysłu Naftowego w Krakowie P. P. Poszukiwań Naftowych w okresie od 9.10.1959 r. do 14.07.1961 r. Pomiar wykonano analogowymi aparaturami, następnie w latach 90. XX wieku część profilowań scyfrowano. Wyniki badań radiometrycznych nie były kalibrowane ani standaryzowane, jednostki w których rejestrowano te profilowania to impulsy na minutę. Klasyczne pomiary oporności w wariantach potencjałowym i gradientowym mierzą pozorne oporności skał. Scyfrowane dane pomiarowe znajdują się w formacie plików LAS w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (numer identyfikacyjny CBDG otworu 30048, nazwa Lębork IG-1), część oryginalnych analogowych materiałów znajduje się w Narodowym Archiwum Geologicznym pod nr 67709.” W tabeli 5.10 „przedstawiono dokładne interwały wykonanych profilowań geofizyki otworowej (...) wraz z datą ich wykonania i ówczesną głębokością i średnicą otworu. Niestety oryginalne materiały analogowe z profilowaniami elektrometrii w pierwszym odcinku nie zachowały się, były jednak scyfrowane i dostępne są ich wersje cyfrowe w postaci plików formatu .las w CBDG. Informacje w nagłówkach pozostałych materiałów analogowych były stosunkowo skąpe (a niekiedy ze sobą sprzeczne) i mimo posiłkowania się kartą otworu, ustalenie parametrów otworu nie było możliwe w każdym z odcinków badań.”

„Profilowanie naturalnej promieniotwórczości PG w dużej części profilu, to jest w interwale głębokościowym ok. 1740–2960 a być może również 3230–3310 m wykazuje anomalnie niskie wartości w porównaniu do pobliskich otworów przewierających utwory syluru i ordowiku. Różnice te nie mogą być tłumaczone rozmyciami ścian otworu (nie występujących w znacznej części profilu) ani zmiennością litologiczną.

Tabela 5.10. Dokładne interwały wykonanych profilowań geofizyki otworowej w otworze Lębork IG 1 (wg rzeczywistej zawartości materiałów analogowych, z pominięciem pomiarów w zarurowanej części otworu) wraz z datą ich wykonania i ówczesną głębokością i średnicą otworu

Data wykonania badań	Rodzaj wykonanych badań (skrót)	Interwał głębokościowy badań [m]	Głębokość otworu podczas wykonywania badań [m]	Średnica nominalna otworu [mm]	
1	2	3	4	5	
9.10.1959	PK	75–538	540	445 do 326,2 m (lub 523,9 m dla PNG i PG), 308 do 1300 m, 216 do dna	
BD	PO: M0,5A0,1B (EL02)	51,25–537,25	BD		
	PO: M1,0A0,1B (EL03)	51,25–539,25			
	PO: M2,5A0,25B (EL09)	52,75–537,75			
	PO: M4,0A0,5B (EL14)	55,25–546,75			
	PO: M8,0A0,5B (EL26)	58,25–549,5			
	PŚr (CALI)	50,5–542,5			
	PS (SP)	54,25–534,75			
	POpl (MRES)	491,75–823,25			
11.11.1959	PO: M0,5A0,1B	530–814			
	PO: M1,0A0,1B	530–814			
	PO: M2,5A0,25B	530–814			
	PO: B2,5A0,25M	530–814			
	PO: M4,0A0,5B	530–814			
	PO: M8,0A0,5B	530–814			
	PŚr	530–820			
	PS	530–814			
	PNG	5–823			
	PG	5–824			
4.02.1960	PG	776–1400			1396,7
	PŚr	526–1399			
	PK	550–1375			
6.02.1960	PO: M0,5A0,1B	775–1396			
	PO: M1,0A0,1B	775–1396			
	PO: M2,5A0,25B	775–1396			
	PO: B2,5A0,25M	775–1396			
	PO: M4,0A0,5B	775–1396			
	PO: M8,0A0,5B	775–1396			
	PS	775–1396			
	PO: M2,5A0,25B	773–1340			
	PS	773–1090			
7.02.1960	PTn (po 2 dniach stójki)	8–1397			
18.02.1960	PO: M2,5A0,25B	510–1335			
	PŚr	510–1087,5			
	PS	510–1335			
24.05.1960	PTc (33 godz. po cementowaniu)	21,5–1255,5	1619	średnica rur 244	
29.09.1960	PO: M0,5A0,1B	1410–2410	2415,6	216	
	PO: M1,0A0,1B	1410–2410			
	PO: M2,5A0,25B	1410–2410			
	PO: M0,25A2,5B	1410–2410			
	PO: M4,0A0,5B	1410–2410			
	PO: M8,0A0,5B	1410–2410			

29.09.1960	PŚr	1410–2410		
	PS	1410–2410		
	PK	1400–2400		
30.09.1960	PNG	747,5–2415		
	PG	1388,5–2404		
9.10.1960	mPO: A0,025M0,025N	1404–2480	BD	
	mPO: A0,025M	1404–2480		
	mPO: A0,025M0,025N	1404–2480		
	mPO: A0,05M	1404–2480		
	POpł	1478–2486,5		
16–17.01.1961	PO: M0,5A0,1B	2252,5–2997,5	3000,4 lub 3004	216
	PO: M1,0A0,1B	2252,5–2997,5		
	PO: M2,5A0,25B	2252,5–2997,5		
	PO: M0,25A2,5B	2305–2997,5		
	PO: M4,0A0,5B	2252,5–2997,5		
	PO: M8,0A0,5B	2252,5–2997,5		
	POpł	2252,5–2997,5		
	PS	2252,5–2997,5		
18.01.1961	PTn (po 2 dniach stójki)	1300–1882,5	3310	
18–22.01.1961	PŚr	1400–2999		
	PG	1375–3000		
22.01.1961	PK	2400–3000		
7.05.1961	PO: M0,5A0,1B	2947,5–3300		
	PO: M1,0A0,1B	2947,5–3300		
	PO: M2,5A0,25B	2947,5–3300		
	PO: B2,5A0,25M	2947,5–3300		
	PO: M4,0A0,5B	2947,5–3300		
	PO: M8,0A0,5B	2947,5–3300		
	PŚr	2947,5–3300		
	PS	2947,5–3300		
8.05.1961	PK	3000–3305		
	PNG	2301–3312		
	PG	2897,5–3308,5		
20.05.1961	PTu (po 12 dniach stójki)	32–3306		
14.07.1961	PTc (25 godz. po cementowaniu)	5–837		średnica rur 168

PG – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma, PNG – profilowanie neutron-gamma, PS – profilowanie naturalnych potencjałów, PO – profilowanie oporności (A,B – elektrody prądowe, M – elektroda pomiarowa, odległości między elektrodami w metrach), POpł – profilowanie oporności płuczki (rezystiwimetr), mPO – mikroprofilowanie oporności (A – elektroda prądowa, M, N – elektrody pomiarowe, odległości między elektrodami w metrach), PK – profilowanie krzywizny otworu, PŚr – profilowanie średnicy, PTu – profilowanie temperatury w ustalonych warunkach termicznych, PTn – profilowanie temperatury w nieustalonych warunkach termicznych, PTc – profilowanie temperatury cementowania. BD – brak danych. Pogrubiono czcionkę w wypadku profilowań dostępnych w formie cyfrowej. Czcionka jest pochylona w przypadku profilowań dostępnych jedynie w formie cyfrowej, w nawiasach podano ich nazwę w Centralnej Bazie Danych Geologicznych CBDG.

Prawdopodobnie powstały one w wyniku niestabilności termicznej używanej wówczas sondy – na dnie otworu temperatura mogła osiągać nawet ok. 980°C, a wczesne wersje sond radiometrycznych (niestety dokładny typ sondy nie został podany) nie były odporne na tak wysokie temperatury. Taki błąd pomiarowy dyskwalifikuje ten pomiar do dalszej interpretacji, co więcej rzutuje on na wiarygodność pozostałych części pomiaru PG a także może świadczyć o występowaniu podobnych problemów z pomiarami neutron-gamma. W związku z tym w otworze Lębork IG 1 nie przeprowadzono interpretacji litologicznej, porowatościowej czy gęstościowej przewierconych skał

Dokumentacja wynikowa otworu nie jest dostępna w związku z czym nieznane są głębokości wytypowania warstw kolektorskich i ich interpretacje porowatości.

5.2. DANE O NOWOODWIERCONYCH OTWORACH WIERTNICZYCH

Poniższe zestawienie prezentuje podstawowe dane dotyczące nowoodwierconych otworów wiertniczych, w tym stratygrafię spągu oraz wykonane badania (na podstawie danych Ministerstwa Środowiska (<http://lupki.mos.gov.pl/gaz-z-lupkow/stan-prac-w-polsce>) i dokumentacji otworów skompilował Jasionowski).

Tabela 5.11. Podstawowe dane dotyczące nowoodwierconych otworów wiertniczych, stratygrafię spągu oraz wykonane badania

				koncesja		współrzędne 1992		lokalizacja						czas wiercenia			rdzenie			rdzeniki		próbki okruchowe		magazyn
Lp	nr w zestawieniu MŚ	nazwa	firma	nr	nazwa	x	y	miejsowość	gmina	powiat	województwo	głębokość [m]	stratygrafia spągu	rozpoczęcie	zakończenie	zabiegi [wg MŚ]	interwał rdzeniowania [od-do]	miąższość [m]	liczba skrzynek	interwał pobrania	liczba	suche	mokre	
1	2010 / 01	Łebień LE-1	Lane Energy Poland	16/2007/p	Lębork	753397,47	420641,28	Łebień	Nowa Wieś Lęborska	łęborski	pomorskie	3083 [MD]	kambr (oddział 3)	2010-06-16	2010-07-12	szczelinowanie	2839,42-3054,74	215,32	236					Halinów
2	2011 / 07	Łebień LE-1-2H	Lane Energy Poland	16/2007/p	Lębork	753385,79	420644,12	Łebień	Nowa Wieś Lęborska	łęborski	pomorskie			2011-05-01	2011-06-30	szczelinowanie						tak		Halinów
3	2014 / 01	Lublewo LEP-1	Lane Energy Poland	16/2007/p	Lębork	768458,35	432737,26	Śluchowo	Choczewo	wejherowski	pomorskie	2924 [MD]	kambr (oddział 3)	2013-12-13	2014-01-11	brak	2755,00-2897,11	141,11	144			tak	tak	Leszcze
4	2014 / 09	Lublewo LEP-1ST1H	Lane Energy Poland	16/2007/p	Lębork	768458,35	432737,26	Śluchowo	Choczewo	wejherowski	pomorskie	4477 [MD]	ordowik [formacja z Sasina]	2014-03-28	2014-04-20	szczelinowanie						tak	tak	Leszcze
5	2014 / 06	Ślawoszyno LEP-1 (LEP-1ST1H)	Lane Energy Poland	11/2008/p	Karwia	771341,28	448374,06	Ślawoszynko	Krokowa	pucki	pomorskie	2819 [MD]	kambr (oddział 3)	2014-02-15	2014-03-03	szczelinowanie						tak	tak	Leszcze
6	2012 / 23	Strzeszewo LE-1	Lane Energy Poland	16/2007/p	Lębork	761248,88	419297,89	Strzeszewo	Wicko	łęborski	pomorskie	3233 [MD]	kambr (oddział 3)	2012-10-04	2012-11-13	mikroszczelinowanie;szczelinowanie	2935,64-3156,73	221,09	240					Leszcze
7	2011 / 04	Warblino 1H/LE1H	Lane Energy Poland	17/2007/p	Damnica	749370,81	395792,16	Warblino	Główczyce	ślupski	pomorskie	3222[MD]	kambr (oddział 3)	2011-07-11	2011-09-19	szczelinowanie	2985,09-3126,97	141,88	149					Halinów
8	2011 / 06	Lębork S-1	BNK (Saponis)	34/2009/p	Ślupsk	733474,00	404286,00	Warcimino	Potęgowo	ślupski	pomorskie	3590	kambr	2011-03-11	2011-04-17	szczelinowanie	3290-3515,43	225,43	245	3516,90-3569,30	49	tak		Hołowno
9	2011 / 02	Wytowno S-1	BNK (Saponis)	36/2009/p	Ślawno	743749,00	367213,00	Niestkowo	Ustka	ślupski	pomorskie	3580	kambr środkowy	2010-12-27	2011-02-01	brak				2694-3573	25	tak	tak	Hołowno
10	2013 / 08	Kochanowo-1	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	743644,58	445983,20		Luzino	wejherowski	pomorskie			2013-04-01	2013-07-31	brak	brak danych							
11	2011 / 03	Lubocino-1	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	762157,63	445011,94		Krokowa	pucki	pomorskie			2010-12-01	2011-02-28	szczelinowanie								
12	2012 / 18	Lubocino-2H	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	762148,04	445069,08		Krokowa	pucki	pomorskie			2012-09-01	2012-11-30	mikroszczelinowanie;szczelinowanie								
13	2013 / 14	Lubocino-3H	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	762146,74	445030,56		Krokowa	pucki	pomorskie			2013-08-01	2013-12-31	brak								
14	2012 / 21	Opalino-2	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	760902,25	439915,93		Gniewino	wejherowski	pomorskie			2012-09-01	2012-12-31	brak								
15	2014 / 04	Opalino 3	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	760506,00	438139,82		Gniewino	wejherowski	pomorskie			2013-11-01	2014-01-31	szczelinowanie								
16	2014 / 08	Opalino 4	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	758130,30	442651,06		Gniewino	wejherowski	pomorskie			2014-01-01	2014-04-30	brak								
17	2014 / 11	Tępcz-1	PGNiG	4/2009/p	Wejherowo	739327,83	439106,88		Luzino	wejherowski	pomorskie			2014-04-01	2014-06-31	brak								
18	2011 / 11	Lewino 1	Talisman	71/2009/p	Gdańsk W	731374,00	441385,00		Linia	wejherowski	pomorskie			2011-09-01	2011-11-30	szczelinowanie						tak		Halinów

6. DANE O PRACACH SEJSMICZNYCH NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE

Obszar przetargowy Damnica pokryty jest licznymi profilami sejsmicznymi 2D wykonanymi w okresie od końca lat 50-tych do lat 70-tych (Tab. 6.1 i Fig. 6.1). Wyniki badań sejsmicznych wykonanych w tamtym czasie są jednak słabej jakości i wykonywane były przy wykorzystaniu zapisu analogowego, dlatego ich obecna wartość przy poszukiwaniach złóż węglowodorów jest niewielka.

W zasięgu obszaru Damnica, na zlecenie firmy Lane Energy Poland Sp. z o.o. wykonano w 2011 r. zdjęcie sejsmiczne „Damnica 3D” o powierzchni ok. 53,56 km². Akwizycję danych wykonała firma Geofizyka Toruń Sp. z o.o. Według informacji zawartych w „Dokumentacji geologicznej prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża

węglowodorów koncesja nr 17/2007/p w rejonie Damnica” przetwarzanie danych ze zdjęcia „Damnica 3D” zostało wykonane w kwietniu 2011 r. przez firmę TimeSlice Technology Inc. z siedzibą w Houston, USA. Natomiast w lipcu i sierpniu 2011 r. wykonano powtórne przetworzenie danych, którego wykonawcą była firma RinconEnergy, z siedzibą w Los Angeles, USA.

W skrajnie SE części obszaru przetargowego Damnica, przebiega głęboki profil sejsmiczny GBB10387, którego celem było rozpoznanie struktury litosfery.

Również w południowo-zachodniej części obszaru przebiega fragment profilu sejsmicznego PL1-5600 wykonanego w ostatnich latach w ramach projektu głębokich badań sejsmicznych PolandSPAN (Fig. 2.14). Zapis sejsmiczny uzyskany w ramach tych badań pozwala na interpretację szeregu stref uskokowych w perspektywicznych utworach starszego paleozoiku (Mazur i in., 2016).

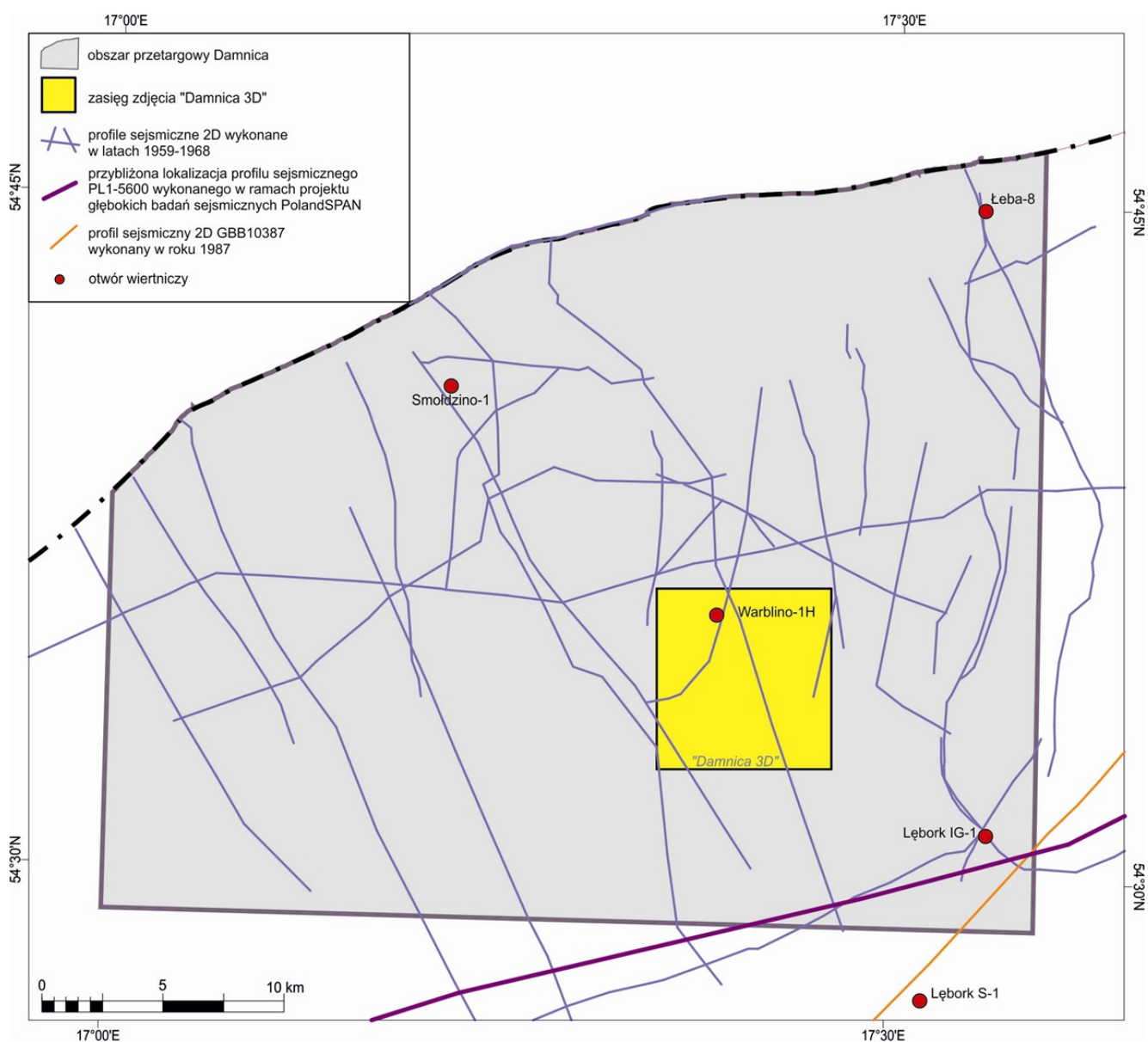


Figura 6.1. Mapa lokalizacyjna badań sejsmicznych 2D i 3D w rejonie obszaru przetargowego Damnica.

Tabela 6.1. Lista przeprowadzonych badań sejsmicznych w zasięgu obszaru przetargowego Damnica

Badania sejsmiczne wykonane w ramach projektu	Autor	Rok wykonania	Podmiot, któremu przysługuje prawo do informacji geologicznej
Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka–Kołobrzeg przez III Grupę Sejsmiczną Z.G.P.N. w roku 1959	Poleszak E.	1959	Skarb Państwa
Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka–Łeba	Poleszak E.	1960	Skarb Państwa
Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Darłowo–Słupsk–Łeba przez Grupę Sejsmiczną nr 3 w 1968 roku	Żaruk J., Rossa W.	1968	Skarb Państwa
Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie: Darłowo–Wejherowo przez Grupę Sejsmiczną nr.8 PGGN w 1971 r.	Konarski S., Wiński M., Wnuk Z.	1972	Skarb Państwa
Sprawozdanie z badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka–Łeba, Żarnowiec–Władysławowo przez IV i VI Grupę Sejsmiczną PGGN Toruń w 1972 roku	Adamska A., Kalisz T., Kubica A., Łuszcz M., Prudkij N., Wierzchowska-Czulińska A., Żarionowa T.	1972	Skarb Państwa
Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych z tematu: Głębokie badania sejsmiczne na profilu GB-1-III-86/89 „Kostrzyn–Łębork”	Żelichowski A., Białek T., Gadomski D., Grzesik H.	1987	Skarb Państwa
Zdjęcie sejsmiczne Damnica 3D	<i>brak danych</i>	2011	Skarb Państwa
Profil sejsmiczny PL1-5600 wykonany w ramach projektu PolandSPAN	<i>brak danych</i>	2012	ION

Na wschód od analizowanego obszaru w ostatnich latach na zlecenie firmy Lane Energy Poland Sp. z o.o., wykonano 4 profile sejsmiczne 2D w ramach tematu „Jackowo 2D”, oraz dwa zdjęcia sejsmiczne 3D: Zwartowo 3D i Krokowa 3D.

7. INNE BADANIA ZREALIZOWANE NA OBSZARZE PRZETARGOWYM

7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

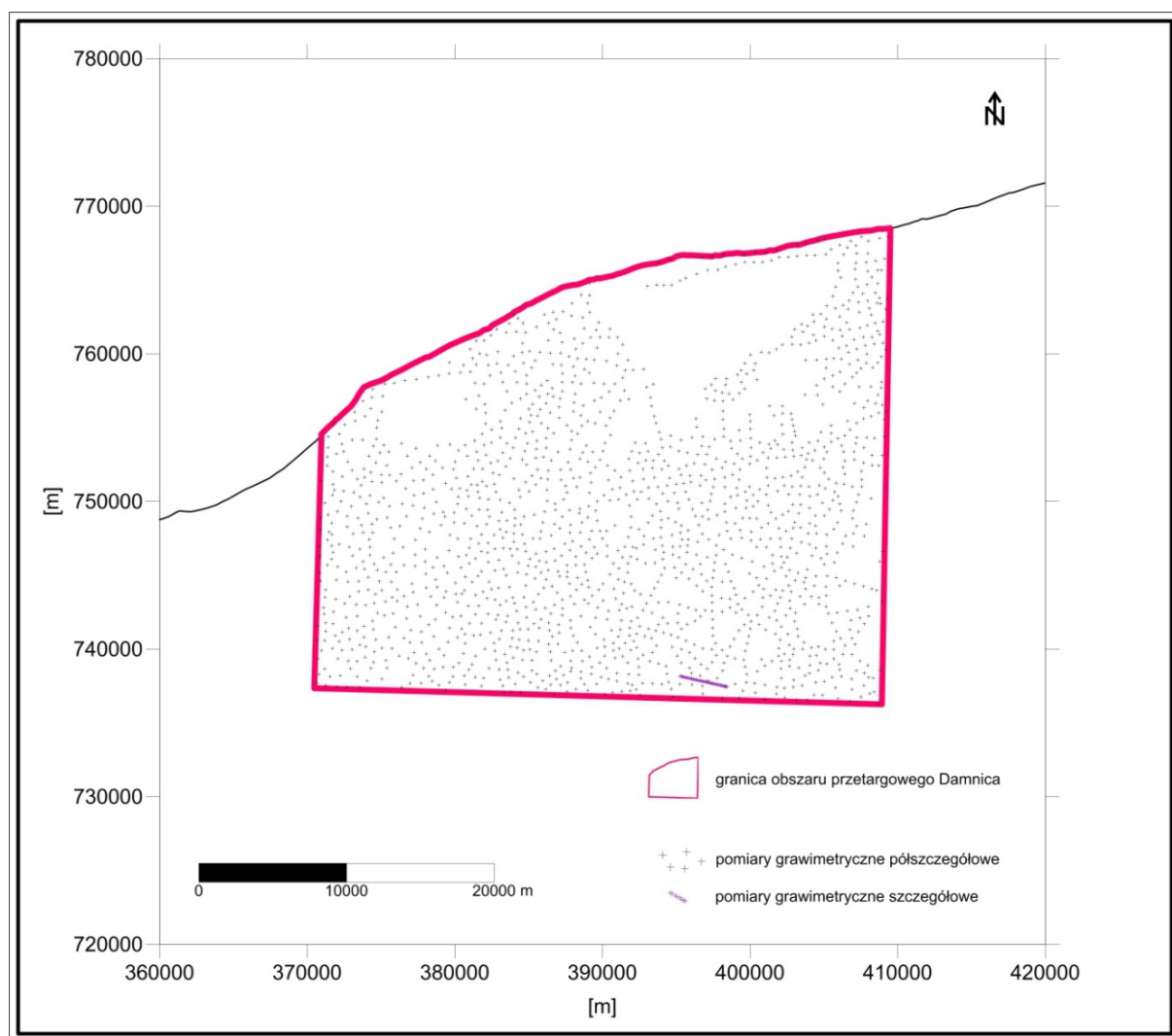
W okresie powojennym na obszarze bloku przetargowego „Damnica”, a także na obszarach przyległych, w różnych latach prowadzone były regionalne, półszczegółowe i szczegółowe badania grawimetryczne. Większość prac grawimetrycznych zrealizowanych na obszarze Polski do początku lat 60-tych ubiegłego stulecia z uwagi na niską – jak na współczesne wymagania – dokładność pomiarów oraz sposób redukcji w oparciu o rzędne stanowisk odczytywane z dostępnych map topograficznych, ma już jedynie znaczenie historyczne. Zostały one zastąpione grawimetrycznym zdjęciem półszczegółowym o zagęszczeniu 1,5–4,0 pkt/km². Redukcję pomiarów oparto o rzędne punktów pomiarowych wyznaczone na podstawie bezpośrednich pomiarów w terenie metodą niwelacji technicznej.

W latach 1976–1992 Państwowy Instytut Geologiczny we współpracy z Przedsiębiorstwem Badań Geofizycznych zrealizował obszerny program „Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000” oparty głównie na wynikach zdjęcia półszczegółowego. Tam gdzie były wykonane zdjęcia szczegółowe wybrano punkty reprezentatywne w ilości do 6 na 1 km². W wyniku realizacji tego programu powstał komputerowy bank danych grawimetrycznych, opracowano także mapy anomalii grawimetrycznych w skalach 1:200 000 i

1:50 000 i opublikowano mapy w skali 1:200 000. Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie „Borowa Góra”, a wartości anomalii Bouguera obliczone w systemie poczdamskim z przyspieszeniem normalnym wg wzoru Helmerta z 1901 r. Obszar przetargowy Damnica znajduje się na arkuszach: 1 – Łeba i 6 – Słupsk mapy grawimetrycznej Polski w skali 1:200 000 (Soćko i Szczypa, 1978). Stworzenie komputerowego banku danych grawimetrycznych umożliwiło opracowanie i opublikowanie „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995), w którym anomalie grawimetryczne zostały obliczone w nowym, międzynarodowym systemie grawimetrycznym IGSN 71 (International Gravity Standardization Net), z uwzględnieniem formuły Moritza na pole normalne dla elipsoidy odniesienia GRS 80 (Geodetic Reference System, 1980). Atlas zawiera mapy anomalii grawimetrycznych o charakterze przeglądowym w skalach 1:500 000 i 1:750 000.

Dane pomiarowe zdjęcia pół szczegółowego w nowym systemie grawimetrycznym są dostępne w CBDG w postaci cyfrowego banku danych. Współrzędne punktów pomiarowych są podane w układzie 1992, po ich transformacji z układu „Borowa Góra”. Zagęszczenie stanowisk grawimetrycznych pomiaru przyspieszenia siły ciężkości na obszarze przetargowym Damnica ilustruje figurze 7.1.

W granicach obszaru znajduje się 1719 punktów pomiarowych zdjęcia półszczegółowego (Fig. 7.1) zawartych w dokumentacji badań grawimetrycznych na obszarze wyniesienia Łeby i syneklizy perybałtyckiej (Okulus i Wasiak, 1970). Pomiary zostały wykonane z zagęszczeniem 1,75 pkt/km². Do pomiarów stosowano grawimetry typu Sharpe. Jako podkładu topograficznego używano podczas prac polowych map w skali 1:50 000. Błąd wyznaczenia anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera został oszacowany na 0,106 mGal.



Współrzędne siatki topograficznej układu 1992

Figura 7.1. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów półszczegółowych i szczegółowych (profil grawimetryczny) w obszarze przetargowym Damnica (na podstawie danych CBDG).

Celem badań było: uzyskanie informacji geologiczno-strukturalnych o utworach podcechsztyńskich, śledzenie stref dyslokacyjnych oraz morfologii i zmian petrograficznych w podłożu krystalicznym, a także uzyskanie informacji o strukturach permo-mezozoicznych. Wyniki prac zostały przedstawione w formie map anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera w skali 1:50 000. Ponadto opracowano zbiorczy arkusz mapy anomalii siły ciężkości w skali 1:200 000. Przy obliczaniu wartości redukcji Bouguera stosowano stałą wartość gęstości warstwy redukowanej do poziomu morza równą $2,0 \text{ g/cm}^3$.

Według autorów dokumentacji z obrazu anomalii siły ciężkości wydzielić można:

- – anomalie typu regionalnego, pochodzące od morfologicznego ukształtowania podłoża, bądź zmian petrograficznych w nim występujących;
- – anomalie typu lokalnego, pochodzące od stref nieciągłości w pokrywie permomezozoicznej i utworach czwartorzędowych.

Rozkład anomalii siły ciężkości w red. Bouguera oparty na danych półszczegółowych z zasobów CBDG w rejonie obszaru Damnica przedstawia figura 7.2.

Dodatkowo w obszarze przetargowym znajduje się 68 pomiarów profilowych o charakterze szczegółowym z dokumentacji badań geofizycznych dotyczących poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (Łaszczyńska i in., 1981). Dane pomiarowe z grawimetrycznych prac szczegółowych są dostępne w CBDG. Ze względu na ściśle określony charakter badań zorientowany na badanie bardzo płytkich struktur geologicznych nie mają one znaczenia dla poszukiwania złóż węglowodorów.

7.2. BADANIA MAGNETYCZNE

W rejonie obszaru przetargowego Damnica zostały wykonane pomiary magnetyczne pionowej składowej Z o charakterze regionalnym, z niewielkim zagęszczeniem punktami pomiarowymi oraz względnie małej dokładności. Wyniki tego typu badań z Polski zostały ujednolicone, sprowadzone do jednolitego poziomu i epoki i opublikowane w postaci mapy anomalii magnetycznych Z w skali 1:200 000 (Karaczun i Karaczun, 1978) i w skali 1:500 000 (Karaczun i in., 1978).

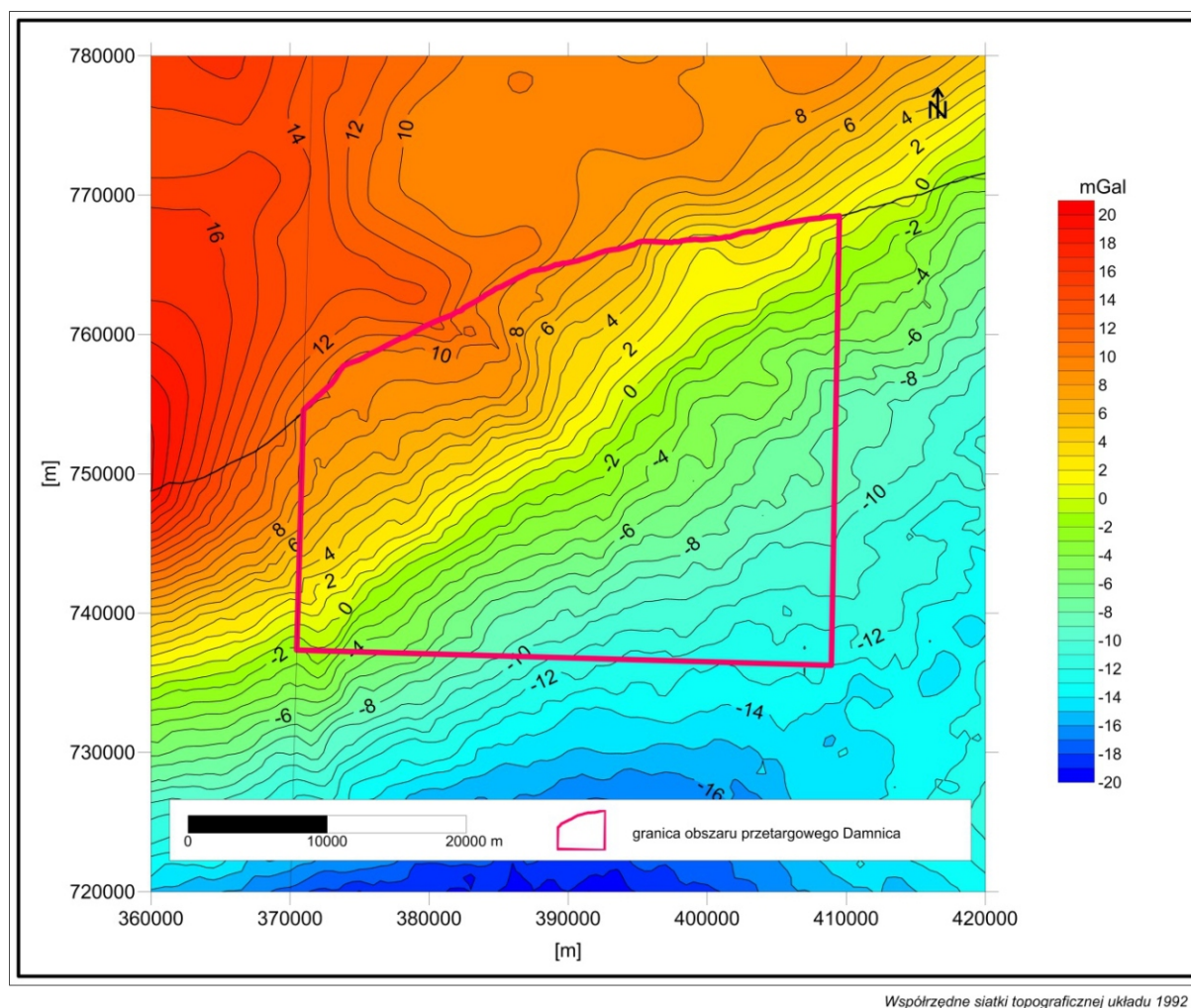


Figura 7.2. Mapa anomalii grawitacyjnych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego Damnica (Królikowski i Petecki, 1995).

To mało dokładne zdjęcie magnetyczne zostało zastąpione pomiarami całkowitego pola magnetycznego T w wyniku realizacji pół szczegółowego zdjęcia magnetycznego Polski. Obszar Damnica pokryto w roku 1988 oraz w roku 1998 pomiarami w ramach zdjęć obejmujących teren Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej (Kosobudzka i Paprocki, 1997 – dokumentacja końcowa) oraz brzeżnej strefy platformy prekambryjskiej (Kosobudzka, 2002). Badania wykonano na zamówienie Ministerstwa Środowiska, a sfinansowano w całości ze środków NFOŚiGW. Zarówno pomiary polowe jak i prace dokumentujące wykonało Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych.

Celem wykonanych pół szczegółowych badań magnetycznych T było:

- uszczegółowienie obrazu pola magnetycznego rozpoznanego wcześniej zdjęciem regionalnym o rzadkim zagęszczeniu stanowisk pomiarowych i małej dokładności pomiarów,
- zgromadzenie danych magnetycznych w bazie komputerowej do dalszego ich przetwarzania dla potrzeb kompleksowej interpretacji geofizyczno-geologicznej ukierunkowanej przede wszystkim na rozpoznanie morfologii i tektoniki podłoża magnetycznie czynnego.

Zdjęcia te wykonano ze średnim zagęszczeniem punktów pomiarowych ok. 2 pkt/km² i dokładnością pomiarów nie większą niż 2,0 nT. Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie „1942” z dokumentacyjnych map topograficznych w skali 1:50 000. Pomiary magnetyczne zostały zredukowane na epokę 1982.5 przy zastosowaniu międzynarodowego pola odniesienia DGRF (Definitive Geomagnetic Reference Field), opracowane zostały katalogi anomalii magnetycznych T , utworzona została komputerowa baza danych magnetycznych, a wyniki badań udokumentowano na mapach anomalii magnetycznych dla arkuszy map w skali 1:50 000 oraz mapach zbiorczych w skali 1:200 000. Elementy anomalne ujawnione w rozkładzie anomalnego pola magnetycznego zostały scharakteryzowane i opisane wraz z podaniem możliwej ich genezy.

Dane pomiarowe są dostępne w CBDG w postaci cyfrowego banku danych. W obszarze Damnica są 1903 punkty pomiarowe całkowitego pola magnetycznego (Fig. 7.3).

Bazująca na w/w nowoczesnych pomiarach mapa anomalii magnetycznych w skali 1:500 000 została opracowana do druku dla dwóch północnych ćwiartek Polski (Petecki i in., 2003). Jej fragment z rejonu obszaru przetargowego Damnica, z uwzględnieniem obrazu anomalnego uzyskanego z pomiarów na Bałtyku, jest przedstawiony na figurze 7.4.

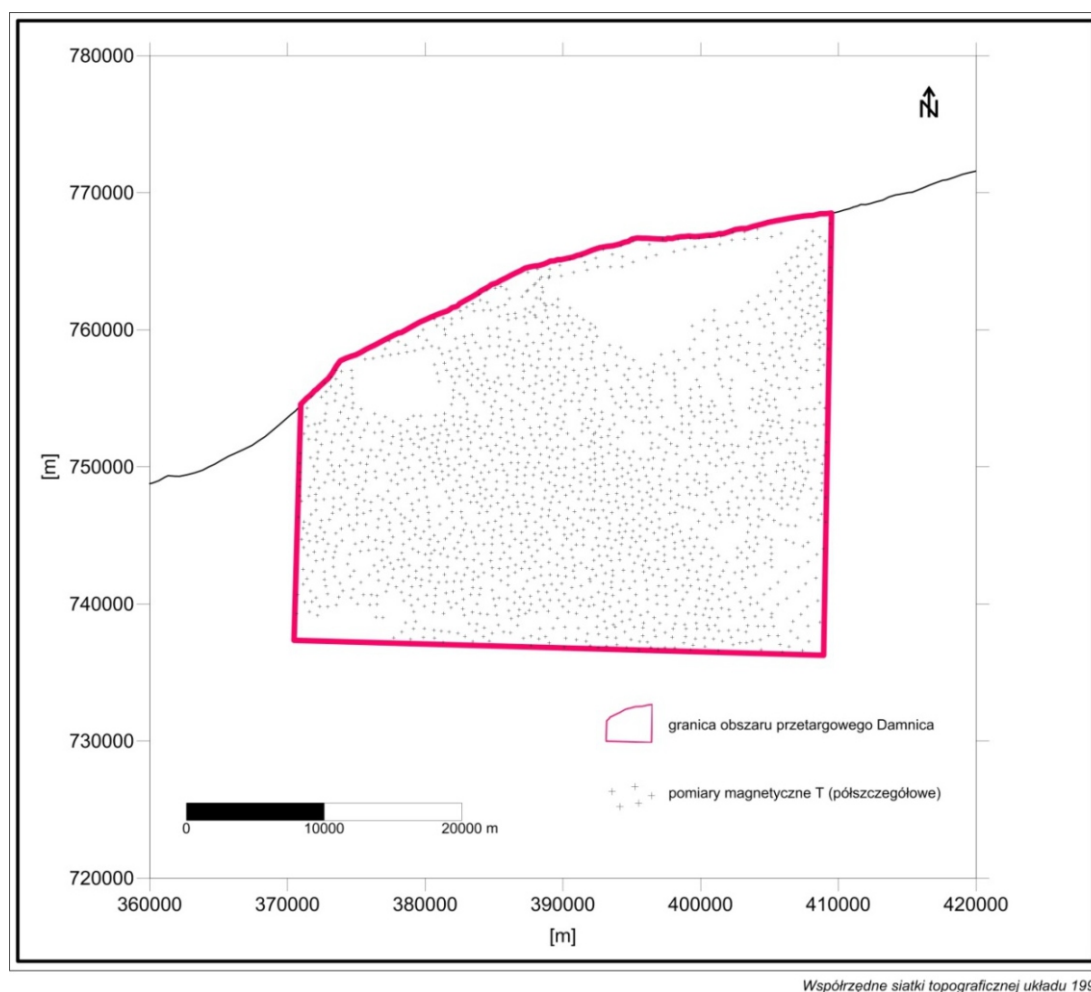


Figura 7.3. Lokalizacja stanowisk pomiarowych modułu całkowitego wektora pola geomagnetycznego T w obszarze przetargowym Damnica (na podstawie danych CBDG).

7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE

W latach 2007–2008 wykonano magnetotelluryczne prace pomiarowe wzdłuż dwóch profili regionalnych nazwanych D-PL i BMT-5, zlokalizowanych w północno-zachodniej Polsce (Stefaniuk i in., 2008). Badania zrealizowano na zlecenie Ministerstwa Środowiska i Gospodarki Wodnej). Głównym wykonawcą powyższych badań było Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie sp. z o.o. w kooperacji z Państwowym Instytutem Geologicznym. Ogólnym celem badań magnetotellurycznych było rozpoznanie węgłębnej struktury strefy pomorskiego segmentu bruzdy śródpolskiej i obszarów sąsiednich, w szczególności określenie charakteru kontaktu kratonu wschodnioeuropejskiego i struktur północnoeuropejskiej platformy paleozoicznej.

Pomiary magnetotelluryczne wykonano w wersji pojedynczych sondowań zlokalizowanych wzdłuż profili i odległych od siebie o ok. 4,5 km aparaturą MT-1 produkcji ElectroMagnetic Instruments Inc., Richmond Kalifornia oraz aparaturą z serii system2000.net z zastosowaniem odbiorników typu V8 i RXU-3E produkcji Phoenix Geophysics Ltd. Toronto, Kanada. W przypadku stosowania aparatury V8 wykorzystane zostały metody sondowania w paśmie

magnetotellurycznym – MT i audiomagnetotellurycznym – AMT.

W zachodniej części obszaru Damnica znalazły się rejestracje z dwóch stacji pomiarowych na profilu D-PL, oznaczonych symbolami „DP50” i „DP51” oraz sondowanie parametryczne „Smo” na otworze Smółdzino 1 (Fig. 7.5).

Interpretacja geologiczna wyników badań magnetotellurycznych miała charakter kompleksowy i wykonana została przy współpracy z zespołem specjalistów Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Poprzedzona została obszerną i wszechstronną analizą danych geofizycznych i geologicznych z obszaru Polski północno-zachodniej i konstrukcją modeli geologicznych i geofizyczno-geologicznych wzdłuż profili magnetotellurycznych oraz modelowania 2D rozkładu pól potencjalnych wzdłuż powyższych profili (Stefaniuk i in., 2008). Najważniejszym rezultatem badań są przekroje oporności opracowane wzdłuż profili pomiarowych oraz modele geologiczne skonstruowane w rezultacie kompleksowej interpretacji danych magnetotellurycznych. Przykładowy wynik dwuwymiarowej inwersji danych magnetotellurycznych wraz z interpretacją geologiczną wzdłuż profilu D-PL przedstawia figura 7.6 (Stefaniuk i in., 2008).

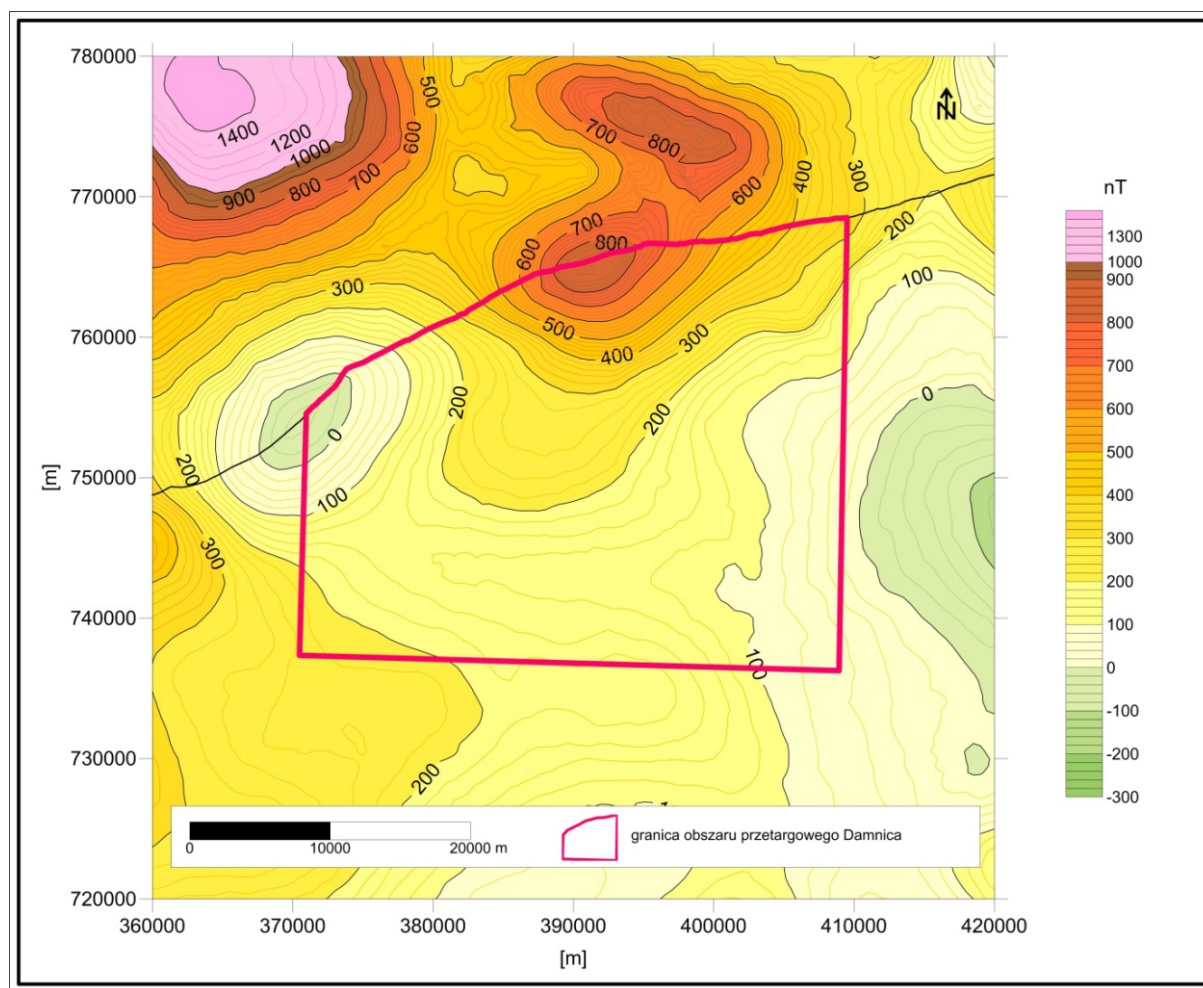
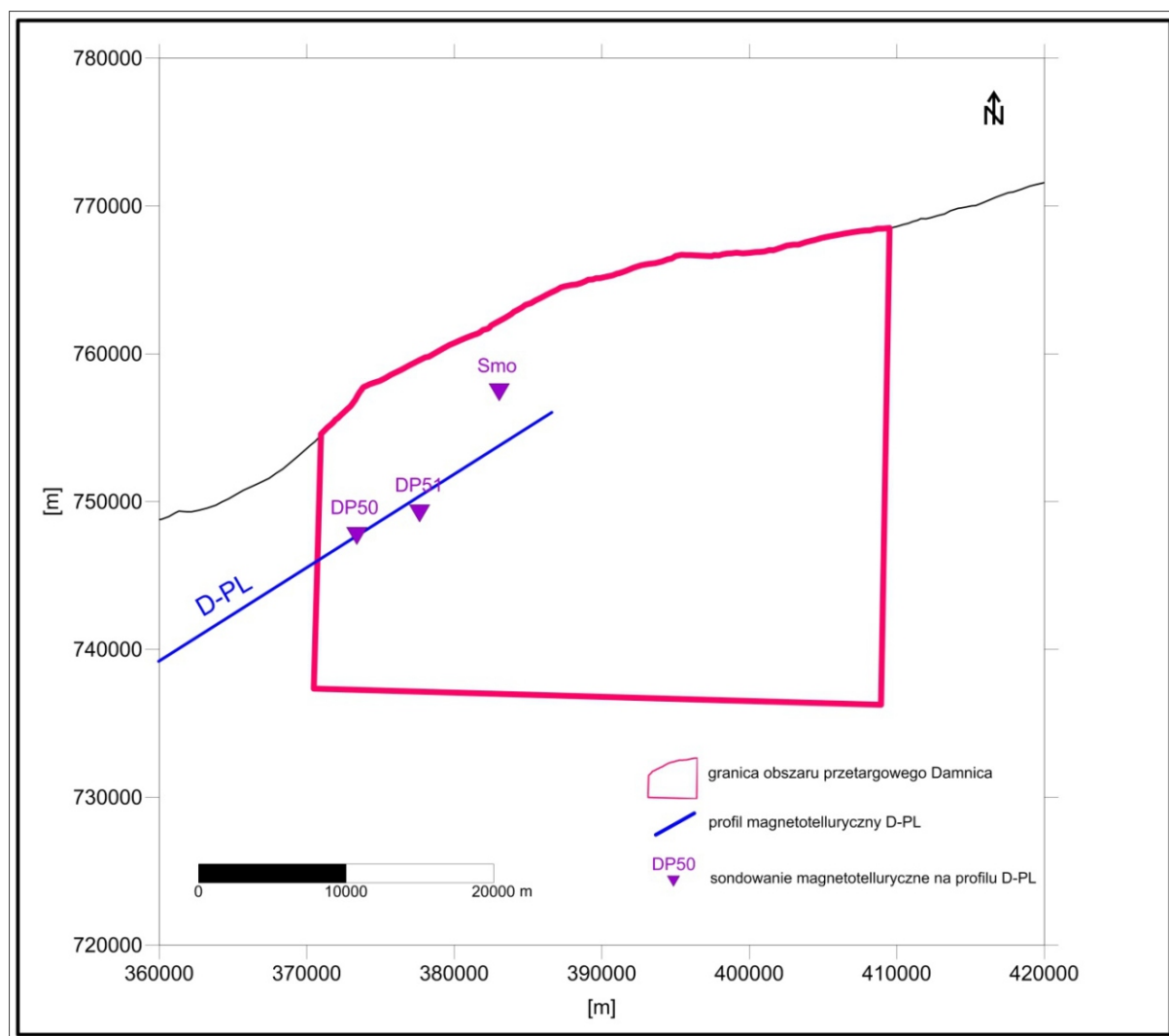


Figura 7.4. Mapa anomalii modułu całkowitego pola geomagnetycznego T w rejonie obszaru przetargowego Damnica (Petecki i in., 2003).



Współrzędne siatki topograficznej układu 1992

Figura 7.5. Lokalizacja sondowań magnetotellurycznych w obszarze przetargowym DAMNICA (na podstawie danych CBDG).

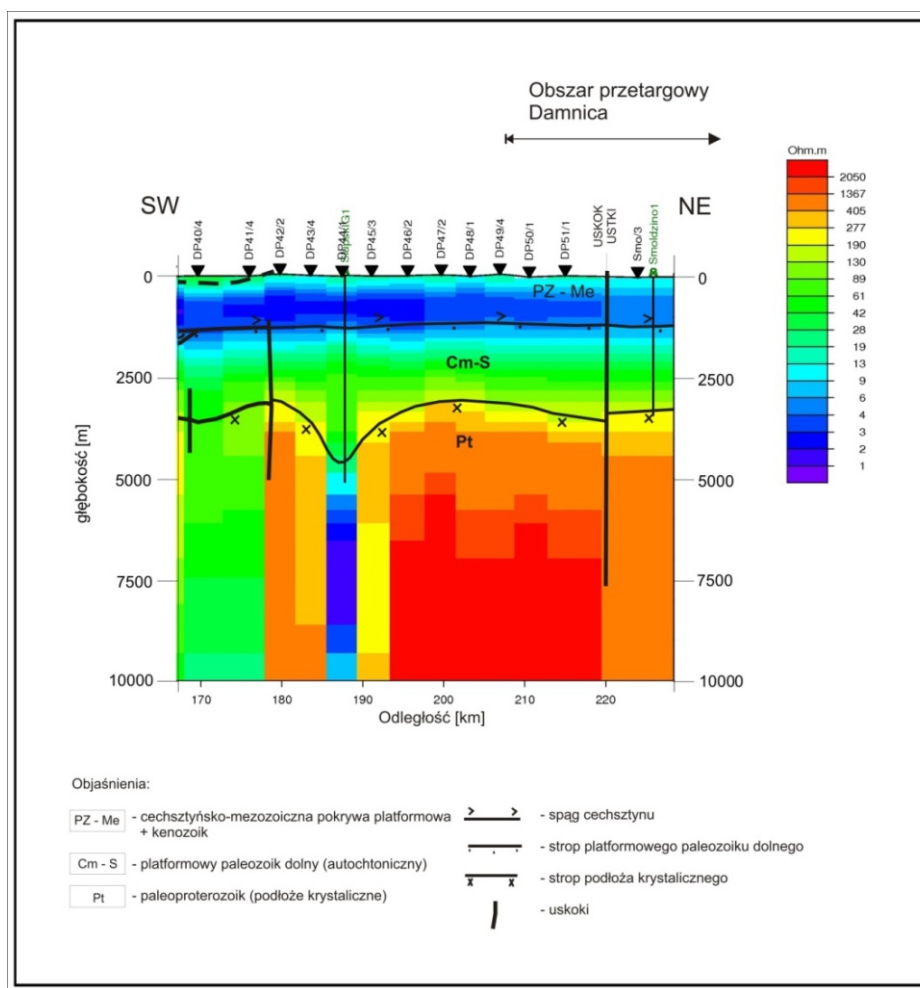


Figura 7.6. Wynik 2D inwersji danych magnetotellurycznych z interpretacją geologiczną J. Pokorskiego wzdłuż profilu D-PL /fragment/ (Stefaniuk i in., 2008).

Zestawienie wyników badań magnetotellurycznych w wersji cyfrowej w CBDG zawiera następujące materiały dokumentacyjne:

1. Wykaz sondowań magnetotellurycznych
2. Zestawienie wyników badań geofizycznych: m.in. krzywe pomiarowe (po processingu) do interpretacji w formacie EDI,
3. Zbiór magnetotellurycznych danych pomiarowych formacie EMI Phoenix Geophysics

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI GEOLOGICZNEJ

8.1. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI GEOLOGICZNEJ WRAZ Z OCENĄ MOŻLIWOŚCI ODKRYCIA I UDOKUMENTOWANIA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW

Obszar przetargowy Damnica wyznaczono w obrębie gdańskiej prowincji naftowej i obejmuje fragmenty bloków Ministerstwa Środowiska nr 7, 8, 27, 28, 47, 48 w obrębie jednostki geologicznej zwanej obniżeniem bałtyckim (syneklizą perybałtycką), na obszarze wyniesienia Łęby. Szczegóły dotyczące obszaru prezentuje karta informacyjna (Tab. 8.1)

W obrębie obszaru przetargowego Damnica zdefiniowano niekonwencjonalny dolnopaleozoiczny system naftowy, w którym rolę skał macierzystych, zbiornikowych, jak i uszczelniających odgrywają mułowce i ilowce syluru, ordowiku i kambru górnego. Wykonane analizy stwierdzają także możliwość występowania systemu naftowego o charakterze konwencjonalnym, składającym się z dolnopaleozoicznych skał macierzystych, środkowokambryjskich skał zbiornikowych i paleozoicznych skał uszczelniających (kambr górny–cechsztyń). Zdaniem niektórych badaczy nie można wykluczyć na tym obszarze możliwości występowania niekonwencjonalnych nagromadzeń węglowodorów typu zamkniętego (ang. tight) w środkowokambryjskich piaskowcach kwarcytowych (Chmielowiec-Stawska i Czeakański, 2013).

Odkryte w sąsiedztwie złoża to oddalone o ok. 30 km na wschód złoża konwencjonalne ropy naftowej Żarnowiec, Dębki, Białogóra E oraz złożo gazowo – kondensatowe Żarnowiec W. Skałą zbiornikową dla tych złóż są piaskowce kwarcytowe kambru środkowego o raczej słabych parametrach zbiornikowych. Szare, zbite nieznacznie spękanе piaskowce będące skałą zbiornikową dla złóż Żarnowiec i Dębki występują tam w dwóch poziomach o miąższości średniej 4 m, porowatości 2,2–7,4 % i przepuszczalności zawierającej się w przedziale od 0 do 4,2 mD (Karnowski, 1993). Uszczelnieniem

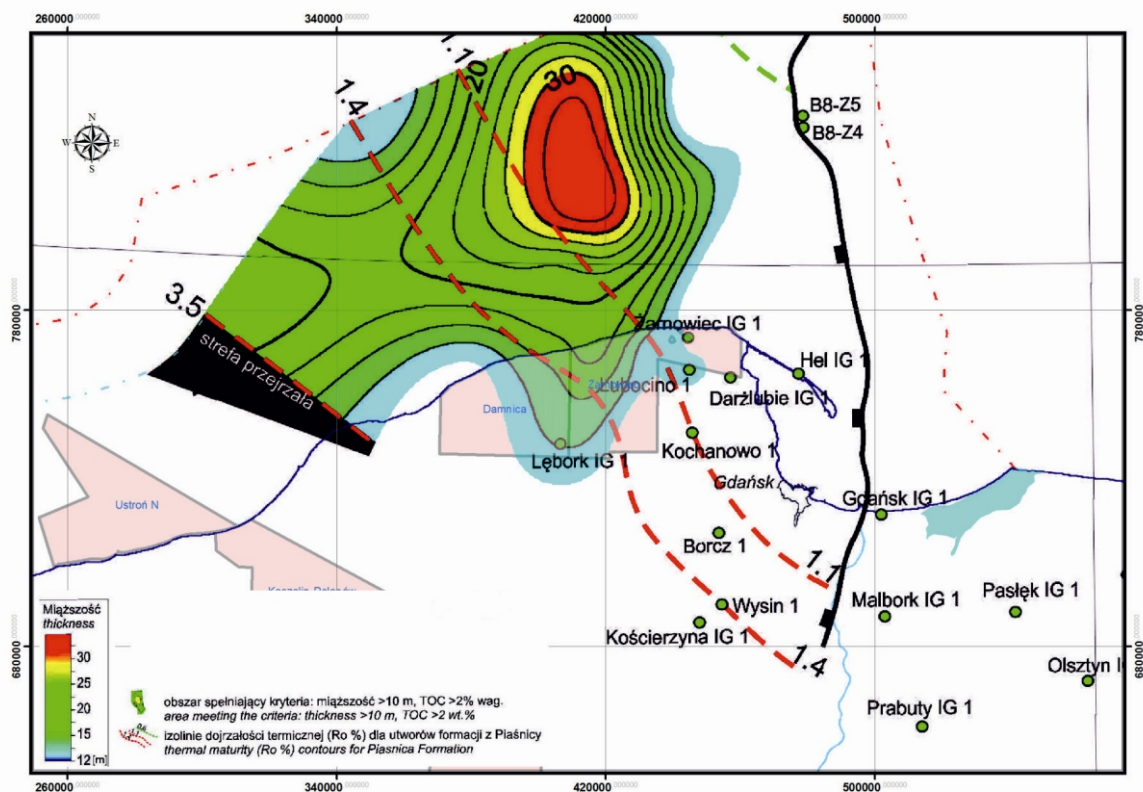


Figura 8.1. Mapa strefy perspektywicznej formacji z Piasznicy (kambr górny; wg. Podhalańska i in., 2016b, zmienione).

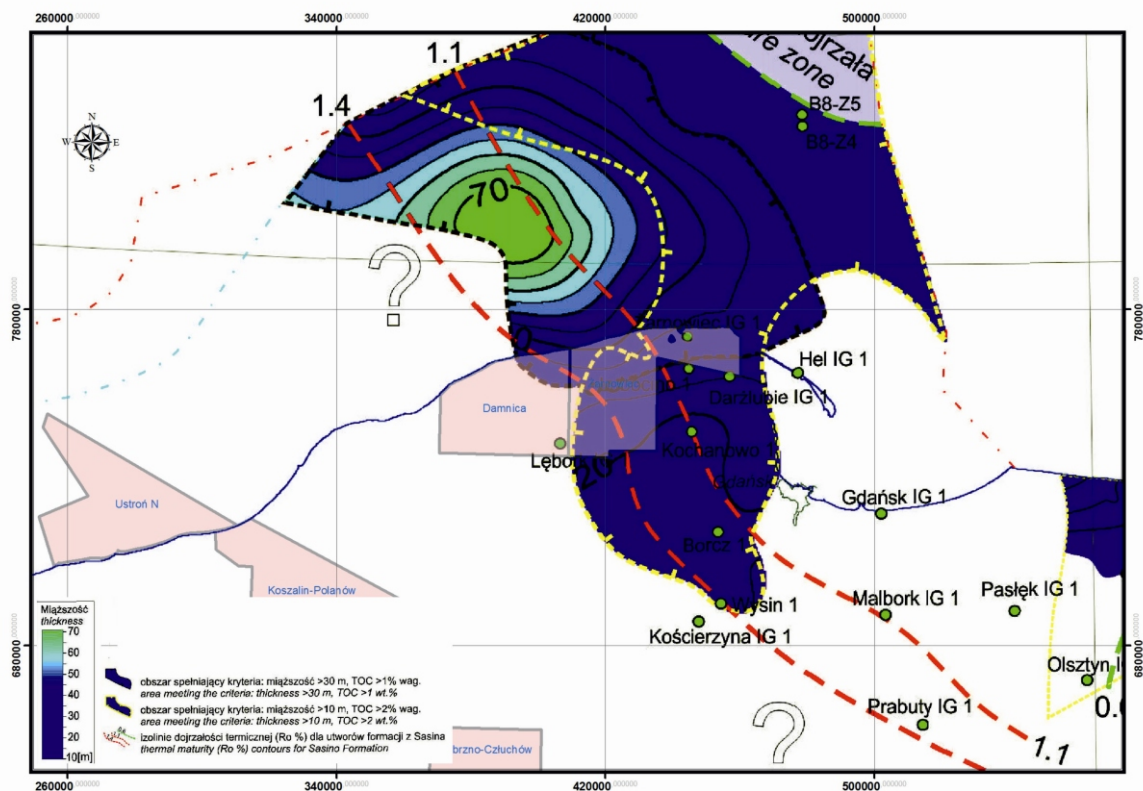


Figura 8.2. Mapa strefy perspektywicznej formacji z Sasina (karadok; wg. Podhalańska i in., 2016b, zmienione).



Tabela 8.1. Karta informacyjna obszaru przetargowego Damnica

Dane koncesji	nazwa obszaru:	„DAMNICA”
	lokalizacja:	Na lądzie, Arkusze mapy topograficznej w skali 1:50 000: Smoldziński Las 1, Kluki 2, Łeba 3, Smoldzino 10, Główny 11, Lębork 12, Słupsk 21, Łupawa 22, Czarna Dąbrówka 23 <i>fragmenty bloków koncesyjnych nr 7,8, 27, 28, 47, 48</i> na terenie następujących jednostek administracyjnych: województwo pomorskie: powiat słupski: gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego: Ustka (7,40%), Smoldzino (25,01%), Słupsk (9,48%), Główny (30,57%), Damnica (10,15%), Potęgowo (7,17%); powiat Słupsk: gmina Słupsk (0,50%); powiat lęborski: gmina Nowa Wieś Lęborska (2,19%), Wicko (6,51%), Łeba (1,02%)
	typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawczo-rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
udziały		Zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km²]		1039,29
rodzaj złoża		niekonwencjonalne złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Konwencjonalne złoża ropy naftowej i gazu ziemnego
Piętra strukturalne		dolnopaleozoiczne (kaledońskie), górnopaleozoiczne (waryscyjskie), permsko-mezozoiczne
Systemy naftowe		I – Niekonwencjonalne systemy naftowe związane z kompleksem skał niższego paleozoiku (kambr górny i środkowy, ordowik, sylur) II – Konwencjonalny system naftowy związany z kompleksem piaskowców środkowo-kambryjskich
Skały zbiornikowe		I – Niekonwencjonalne systemy naftowe: ilowce i mułowce kambru górnego, ordowiku i syluru, piaskowce kambru środkowego II – Konwencjonalny system naftowy: piaskowce kambru środkowego
Skały macierzyste		skały ilaste i mułowcowe kambru górnego, ordowiku i syluru
Skały uszczelniające		utwory ewaporatowe cechsztynu; skały ilaste i mułowcowe kambru górnego, ludlowu i przydolu (sylur) (drugorzędny pakiet uszczelniający)
Mięszość nadkładu		około 2990 m (wartość dla otworu Lębork IG 1)
Typ pułapki		Pułapki typu niekonwencjonalnego, konwencjonalne pułapki stratygraficzne i tektoniczne
Złoża rozpoznane w pobliżu (GZ-gaz ziemny; RN ropa naftowa)		• Żarnowiec” (RN) odkryte w 1972, wydobyte kumulacyjne (44 lat) 9,721 tys. t kondensat, 26,93 mln m³ gazu towarzyszącego; w 2015 roku produkcja 0,11 tys. t kondensat, 0,07 mln m³ gaz tow.; zasoby wydobywalne 42,33 tys. t, (przemysłowe 1,68 tys. t); 6,96 mln m³, (przemysłowe 1,39 mln m³) • „Żarnowiec W” (RN) odkryte w 1990, wydobyte kumulacyjne (21 lat) 4,2 tys. t kondensat, 25,65 mln m³ gazu towarzyszącego; w 2015 roku produkcja 0,11 tys. t kondensat, 0,07 mln m³ gaz tow.; zasoby wydobywalne 17,81 tys. t, (przemysłowe 3,85 tys. t); 2,35 mln m³, (przemysłowe 1,50 mln m³) • „Dębki (RN) odkryte w 1978, wydobyte kumulacyjne (44 lat) 36,169 tys. t ropa naftowa, 10,201 mln m³ gazu towarzyszącego; w 2015 roku produkcja 0,61 tys. t ropa naftowa, 0,22 mln m³ gaz tow.; zasoby wydobywalne 8,62 tys. t, (przemysłowe 5,19 tys. t); 3,0 mln m³, (przemysłowe 4,23 mln m³) • „Białogóra-E” (RN) odkryte w 1991, wydobyte kumulacyjne (16 lat) 2,917 tys. t ropa naftowa, 2,4185 mln m³ gazu towarzyszącego; w 2015 roku produkcja brak; zasoby wydobywalne pozabilansowe 1,43 tys. t, (przemysłowe 0,38 tys. t); pozabilansowe 0,86 mln m³, (przemysłowe 1,02 mln m³)
Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne [rejon], właściciel		1959 Ustka–Kołobrzeg, (Skarb Państwa) 1960 Ustka–Łeba, (Skarb Państwa) 1968 Darłowo–Słupsk–Łeba (Skarb Państwa) 1971 Darłowo–Wejherowo (Skarb Państwa) 1972 Ustka–Łeba, Żarnowiec–Władysławowo (Skarb Państwa) 1987 Kostrzyn–Lębork (Skarb Państwa) 2011 Damnica 3D (Skarb Państwa) 2012 PL1-5600 Wykonany w ramach projektu PolandSPAN
Otwory reperowe (MD)		Lębork IG 1 (3310,0 m) Łeba 8 (3340,0 m)
Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej		Etap I (12 miesięcy) Powtórne przetworzenie i reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych 2D. Etap II (12 miesięcy) Wykonanie 100 km2 badań sejsmicznych 3D (powierzchnia wzbudzenia) lub 80 km profili 2D (długość wg punktów wzbudzenia). Etap III (24 miesiące) Odwiercenie jednego otworu poszukiwawczego do głębokości końcowej 3500 m (TVD) wraz z obowiązkowym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych oraz z kompletem pomiarów geofizycznych niezbędnych do interpretacji litologii, nasycenia oraz określenia parametrów petrofizycznych panujących w strefie złożowej, a także zabezpieczających bezpieczeństwo procesu wiercenia. Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża. Etap IV (12 miesięcy) Wykonanie analiz uzyskanych danych.

dla pułapek są mułowce i iłowce kambru górnego występujące w nadkładzie.

Rozpoznanie sejsmiczne obszaru jest słabe. W południowo-wschodniej części przebiega profil sejsmiczny GBB10387, którego celem było rozpoznanie głębokich struktur litosfery, natomiast w centralnej części obszaru wykonano małe zdjęcie 3D przed zaprojektowaniem otworu Warblino 1H, odwierconego przez firmę Lane Energy Poland S.A. w roku 2011. Mało wiadomo o wynikach tego otworu, służba geologiczna dysponuje jedynie dokumentacją likwidacyjną, w której nie zamieszczono szczegółów dotyczących jego opróbowania. Dostępne są natomiast wyniki innych otworów, w których notowano ślady i objawy węglowodorów (obszary przetargowe Damnica i Żarnowiec). W otworze Smółdino 1 opróbowano między innymi interwał 3262,3–3296,4 m obejmujący piaskowce i iłowce ediakaru i kambru dolnego uzyskując 110 l płynu ze śladami gazu przy ciśnieniu złożowym 30,38 Mpa. W wyniku opróbowania interwału 3012,0–3041,4 m obejmującego piaskowce i iłowce kambru środkowego w otworze Łeba 8 uzyskano nieprzemysłowy wypływ gazu palnego z przewodu nie stwierdzając w próbniku wody złożowej. W otworze Strzeszewo LE-1 notowane były przez aparaturę gazową w laboratorium polowym objawy gazu na poziomie 7–11% TG w trakcie wiercenia od głębokości ok. 2850 m MDBRT praktycznie do głębokości końcowej czyli 3236,3 m MDBRT (Dziadzio i Ciesielski, 2015b). Podobne wskazania zanotowano w otworze Sławoszyno LEP-1 od głębokości 2703 m MDBRT do stropu kambru (formacja z Piaśnicy 2776,5 m MDBRT) notowano od 6 do 9% TG (Dziadzio i Ciesielski, 2015c). Znacznie większe wskazania chromatografu notowano w profilu niższego paleozoiku w otworze Lublewo LEP-1ST1H, odczyty zawierały się w przedziale 12–28% TG od głębokości ok 2900 m MDBRT do głębokości końcowej 4472,0 m MDBRT (Dziadzio i Ciesielski, 2015d).

Obszary przetargowe Damnica oraz Żarnowiec zostały ujęte w analizie przeprowadzonej przez służbę geologiczną w roku 2016. W wyniku analizy w utworach niższego paleozoiku tzw. pasa łupkowego wyróżniono 4 strefy perspektywiczne, tj. SP1, SP2, SP3, SP4. Za najbardziej perspektywiczne dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w formacjach łupkowych uznano obszar wyniesienia Łeby, gdzie występują wszystkie 4 strefy perspektywiczne (Fig 8.1, 8.2, 8.3 i 8.4), tylko częściowo pokrywając się z zasięgiem potencjalnie perspektywicznych formacji (Podhalańska i in., 2016a). Zasięg pionowy i lateralny stref został określony w ramach przyjętych kryteriów (Podhalańska i in., 2016b) dzięki wykorzystaniu wyników badań i analiz stratygraficznych, sedimentologicznych, petrologicznych i geochemicznych materii organicznej, mineralogicznych, petrograficznych, petrofizycznych oraz interpretacji krzywych geofizyki otworowej.

Przeprowadzone analizy oraz wyniki złożowe otworów potwierdzają obecność systemów naftowych zarówno niekonwencjonalnych jak i konwencjonalnych w obrębie utworów niższego paleozoiku, jednak słabe rozpoznanie sejsmiczne nie pozwala w chwili obecnej oszacować zasobów możliwych do odkrycia. Na obecnym etapie rozpoznania wydaje się, że prace poszukiwawcze powinny być skierowane głównie na wschodnią część bloku przetargowego.

8.2. MINIMALNY ZAKRES PRAC DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „DAMNICA”

1. Etap I (12 miesięcy) Powtórne przetworzenie i reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych 2D.
2. Etap II (12 miesięcy) Wykonanie 100 km² badań sejsmicznych 3D (powierzchnia wzbudzenia) lub 80 km profili 2D (długość wg punktów wzbudzenia).
3. Etap III (24 miesiące) Odwiercenie jednego otworu poszukiwawczego do głębokości końcowej 3500 m (TVD) wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów w perspektywicznych oraz z kompletem pomiarów w geofizycznych niezbędnych do interpretacji litologii, nasycenia oraz określenia parametrów w petrofizycznych panujących w strefie złożowej, a także zabezpieczających bezpieczeństwo procesu wiercenia. Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów w produkowania ze złoża.
4. Etap IV (12 miesięcy) Wykonanie analiz uzyskanych danych.

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Adamska A., Kalisz T., Kubica A., Łuszcz M., Prudkij N., Wierzchowska-Czulińska A., Żarionowa T., 1972. Sprawozdanie z badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka–Łeba, Żarnowiec–Władysławowo przez IV i VI Grupę Sejsmiczną PGGN Toruń w 1972 r. NAG, Warszawa (nr inw. 44214 Kat. 3024/81).
- Al-Hajeri M.M., Al. Saeed M., Derks J., Fuchs T., Hantschel T., Kaureauf A., Neymaier M., Schenk O., Swientek O., Tessen M., Welte D., Wygrala B., Kornpihl D., Peters K., 2009. Basin and Petroleum System Modeling. Oilfield Review Summer 2009: 21.
- Balcer M., Chmielowska U., Zambrzycka M., Pasierowska B., 2001. Dokumentacja Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 115 zbiornik międzymorenowy Łupawa. NAG, Warszawa (nr CBDG 656325, nr inw. 628/2002).
- Bednarczyk W., Turnau-Morawska M. 1975. Litostratygrafia osadów kambru i wendy w rejonie Łeby. Acta Geol. Pol., 25: 537–566.
- Binder I., 1995. Dokumentacja geologiczna w kat. C złoża ropy naftowej „Białogóra E” w miejsc. Białogóra, gm. Krokowa, woj. gdańskie. NAG, Warszawa (nr 812034).
- Binder I., Lech I., Sikorski B., 1977. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Dębki–Żarnowiec. NAG, Warszawa (nr 12137 CUG).
- Biniak G., Chudy K., Marszałek H., Wąsik M., 2002. Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Słupi i Orzechowej. NAG, Warszawa (nr CBDG 798604, nr inw. 858/2003).
- Botor D., Kosakowski P., 2000. Zastosowanie modeli numerycznych do rekonstrukcji paleotemperatur i procesów generowania węglowodorów. Przegląd Geologiczny, 48: 154–161.
- Bralczyk M., Lubowiecki W., Florczyk J., Pasierowska B., Kłosowska I., Śmietański L., 2001. Dokumentacja hydrogeologiczna zlewni Łeby zawierająca ocenę zasobów dyspozycyjnych kenozoicznych poziomów wód podziemnych. NAG, Warszawa (nr CBDG 656326, nr inw. 626/2002).
- CBDG. Centralna Baza Danych Geologicznych. <http://baza.pgi.gov.pl/>.

- Chmielowiec-Stawska A., Czeakański E., 2013. Historia i przyszłość poszukiwań naftowych na Niżu Polskim. SZEJK – Czasopismo PGNiG SA Oddział w Zielonej Górze, nr 4 (110) XII 2013: 8–18.
- Chruścińska J., 2006. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej – Białogóra E. Dodatek nr 2. Wniosek o rozliczenie zasobów. NAG, Warszawa (nr inw.570/2007).
- Czapowski G., 1983. Zagadnienia sedymentacji soli kamiennej cyklotemu PZ1 na wschodnim skłonie wyniesienia Łęby. Przegląd Geologiczny, 31: 278–284.
- Czapowski G., 1987. Sedimentary facies of the Oldest Rock Salt (Na1) of the Łeba elevation (northern Poland). Lecture Notes in Earth Sciences, 10: 207–224.
- Czapowski G., 1998. Geneza najstarszej soli kamiennej cechsztynu w rejonie Zatoki Puckiej. Praca doktorska. NAG, Warszawa (nr inw. 696/99).
- Czapowski G., Antonowicz L., Peryt T.M., 1990. Facies and palaeogeography of the Zechstein (Upper Permian) Oldest Halite (Na1) in Poland. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences, 38: 45–55.
- Czapowski G., Tomassi-Morawiec H., 1985. Sedymentacja i geochemia najstarszej soli kamiennej w rejonie Zatoki Puckiej. Przegląd Geologiczny, 33: 663–670.
- Czapowski G., Tomassi-Morawiec H., 2015. Charakterystyka i warunki depozycji utworów solnych cyklotemu PZ1 cechsztynu. W: Lębork IG-1 (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145: 99–103.
- Dadlez R., 1993. Pre-Cenozoic tectonic of the southern Baltic Sea. Geol. Quart., 37: 431–450.
- Dadlez R., Marek S., Pokorski J. (red.), 1998. Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dyrka I., 2015. Analiza tempa depozycji oraz modelowanie historii termicznej i warunków pogrzebania. W: Lębork IG-1 (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145: 153–156.
- Dziadzio P., Ciesielski A., 2015a. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu wiertniczego Warblino 1H. NAG, Warszawa (nr inw. 3997/2015).
- Dziadzio P., Ciesielski A., 2015b. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu wiertniczego Strzeszewo LE-1. NAG, Warszawa (nr inw.4269/2015).
- Dziadzio P., Ciesielski A., 2015c. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu wiertniczego Sławoszyno LEP-1. NAG, Warszawa (nr inw. 4001/2015).
- Dziadzio P., Ciesielski A., 2015d. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu wiertniczego Lublewo LEP-1ST1H. NAG, Warszawa (nr inw. 3999/2015).
- Folk R.L., 1968. Petrology of sedimentary rocks. The University of Texas, Austin.
- Gaupp R. I., Batten D.J., 1985. Maturation of organic matter in Cretaceous strata of the Northern Calcareous Alp. N.Jb.Geol.Paleont. Mh., 3: 157–175.
- Gąsiewicz A., 1990. Rozwój sedymentacji cechsztyńskiego dolomitu płytowego (Ca3) w rejonie Zatoki Puckiej. Przegląd Geologiczny, 38: 187–195.
- Gondek B., 1980. Geochemia n-alkanów występujących w skałach osadowych Niżu Polskiego. Prace IG, 47: 1–43.
- Grotek I., 1999. Origin and thermal maturity of the organic matter in the Lower Palaeozoic rocks of the Pomeranian Caledonides and their foreland (northern Poland). Geol. Quart., 43: 297–312.
- Grotek I., 2016. Rozpoznanie petrologiczne i dojrzałość termiczna materii organicznej w utworach kambru, ordowiku i syluru na obszarze bałtyckim i podlasko-lubelskim. Przegląd Geologiczny 64:1000–1004.
- Highley D.K., Lewan M., Roberts L.N.R., Henry M.E., 2006. Petroleum System Modeling Capabilities for Use in Oil and Gas Resources Assessments. USGS Open-File Report 2006–1024.
- Jaanusson V., 1976. Faunal dynamics in the Middle Ordovician (Viruan) of Balto-Scandia. The Ordovician System: 301–326. Univ. of Wales press and National Mus. Of Wales, Cardiff.
- Jaskowiak-Schoeneichowa M., Krassowska A., 1988. Paleomiąższości, litofacje i paleotektonika epikontynentalnej kredy górnej w Polsce. Kwart. Geol., 32: 177–198.
- Jaworowski K., 1997. Warunki depozycji ciał piaszczystych kambru dolnego i środkowego w polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. Biul. PIG, 377: 1–112.
- Jaworowski K., 2000. Facies analysis of the Silurian shale-siltstone succession in Pomerania. Geol. Quart., 44: 297–315.
- Jaworowski K. 2002. Profil dolnego paleozoiku w północnej Polsce – zapis kaledońskiego stadium rozwoju basenu bałtyckiego. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 58: 9–10.
- Jaworowski K., 2007. Sedymentacja osadów syluru. W: Słupsk IG 1, (red. Z. Modliński). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 116: 55–60.
- Jaworowski K., Sikorska M., 2003. Composition and provenance of clastic material in the Vendian–Lowermost Cambrian from northern Poland: geotectonic implications. Pol. Geol. Inst. Spec. Pap., 8.
- Karaczun M., Karaczun K., 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:200 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karaczun K., Karaczun M., Bilińska M., Uhrynowski A., 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karcz P., Janas M., 2016. Materia organiczna łupków kambru, ordowiku i syluru w basenie bałtycko-podlasko-lubelskim Polski. Przegląd Geologiczny, 64: 995–999.
- Karnkowski P., 1993. Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. T.1, Niż Polski, Towarzystwo geosynoptyków „Geos” AGH, Kraków.
- Kendall A.C., 1984. Evaporites. W: Facies Models (red. R.G. Walker). Geoscience Canada Reprint Series, 1: 259–296.
- Kicman W., 1994. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Dębki–Żarnowiec w kategorii C. NAG, Warszawa (nr inw.1065/95).
- Kleczkowski A.S., (red.), 1990. Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- Klimuszko E., 2015. Charakterystyka geochemiczna materii organicznej. W: Lębork IG 1 (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska) Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145.
- Klimuszko E., Grotek I., 2006. Korelacja geochemiczna i petrograficzna materii organicznej w utworach syluru z lądowej części strefy brzeżnej platformy wschodnioeuropejskiej na obszarze Polski. NAG, Warszawa (nr inw. 5324/2008).
- Konarski S., Wiński M., Wnuk Z., 1972. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie: Darłowo–Wejherowo przez Grupę Sejsmiczną nr 8 PGGN w 1971 r. NAG, Warszawa (nr inw. 43997 Kat. 3123/107).
- Kondracki W., 2013. Geologia regionalna Polski. PWN.
- Kordalski Z., Lidzbarski M., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Główny (0011), wersja cyfrowa.
- Kosakowski P., Wróbel M., Poprawa P., 2010. Hydrocarbon generation and expulsion modeling of the lower Paleozoic source rocks in the Polish part of the Baltic region. Geol. Quart., 54: 241–256.
- Kosobudzka I., 2002. Dokumentacja, temat: „Półszczegółowa mapa magnetyczna T w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej 1998–2002 r.”. NAG, Warszawa (nr inw.1311/2002).
- Kosobudzka I., Paprocki A., 1997. Półszczegółowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej, 1996–1997. NAG, Warszawa (nr inw.812/98; 338/98).
- Kotarba M. 1996. Badania z zakresu geochemii organicznej i komputerowe modelowania procesów generowania węglowodorów profilu utworów starszego paleozoiku syneklizy perybałtyckiej (ze szczególnym uwzględnieniem bloków tektonicznych C i D). Raport z projektu 2.31.0015.00.0. NAG, Warszawa (nr inw. 3094/98).

- Kotarba M. (red.), 2008. Systemy naftowe i perspektywy poszukiwawcze utworów staropaleozoicznych polskiego sektora Morza Bałtyckiego między Łebą a Kamieniem Pomorskim. NAG, Warszawa (nr inw. 37/2009).
- Kotarba M.J., A. Kowalski, D. Więclaw, 1994. Nowa metoda obliczeń wskaźnika CPI i wykorzystanie badań dystrybucji n-alkanów i izoprenoidów prospekcji naftowej. Sympozjum IGNiG. Badania geochemiczne petrofizyczne w poszukiwaniach ropy naftowej i gazu ziemnego. Balice k/ Krakowa: 82–91.
- Kozerski B., Pruszkowska M., 1996. O pochodzeniu zasolenia wód podziemnych polskiego wybrzeża Bałtyku. *Inżynieria Morska*, 1: 46–48.
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, dokument elektroniczny: <http://geoportal.kzgw.gov.pl/imap/>, stan na dzień 28.10.2016.
- Kramarska R., Kasiński J.R., Czapowski G., Piwocki M., Słodkowska B., 2015. Referencyjny profil osadów neogenu Pomorza Wschodniego w Łęczycach koło Lęborka (Północna Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 461: 193–250.
- Królikowski C., Petecki Z., 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Langier-Kuźniarowa A., 1964. Bentonity sylurskie na Niżu Polskim. *Kwart. Geol.*, 8: 397–398.
- Langier-Kuźniarowa A., 1967. Petrografia ordowiku i syluru na Niżu Polskim. *Biul. Inst. Geol.* 197: 115–328.
- Langier-Kuźniarowa A., 1971a. Nowe dane o petrografii ordowiku i syluru na Niżu Polskim. *Biul. Inst. Geol.*, 245: 253–341.
- Langier-Kuźniarowa A., 1971b. Bentonity Polskie ordowiku i syluru. *Spraw. Posiedz. Kom. Oddz. Pan w Krakowie*, 14, 1.
- Langier-Kuźniarowa A., 1974a. Ordowik. W: *Skąły platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 2. Pokrywa osadowa*. Pr. Inst. Geol. 74: 48–60.
- Langier-Kuźniarowa A., 1974b. Sylur. W: *Skąły platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 2. Pokrywa osadowa*. Pr. Inst. Geol. 74.
- Langier-Kuźniarowa A., 1979. Ordovician and Silurian bentonites of the Polish Lowland. *Eight Conf. on clay Min. and Petrology*, Teplice: 251–255.
- Langier-Kuźniarowa A., 1981. Notes of Polish bentonites of Ordovician and Silurian age. 7th AIPEA Intern. Clay Conf., Bologna–Pavia. Abstracts: 178–179.
- Langier-Kuźniarowa A., 2015. Petrografia utworów ordowiku i syluru. W: *Lębork IG 1 Lębork IG-1* (red. T. Podhalańska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145: 66–74.
- Lazauskienė J., 2003. Sequence stratigraphy of the Baltic Silurian succession: tectonic control on the foreland infill. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 208: 95–115.
- Lendzion K., 1983. Biostratygrafia osadów kambru w polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. *Kwart. Geol.*, 27: 669–694.
- Leszczyński K., 2010. Rozwój litofacyjny późnej kredy Niżu Polskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 443: 33–54.
- Leszczyński K., Jaskowiak-Schoeneichowa M., 2015. Wyniki badań litologicznych, stratygraficznych, petrologicznych i geochemicznych. Kreda górna. W: *Lębork IG-1* (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145: 108–113.
- Lidzbarski M., 1995. Dokumentacja hydrogeologiczna Głównego Zbiornika Wód Podziemnych GZWP nr 107. Pradolina Rzeki Łeby. NAG, Warszawa (nr CBDG 75990, nr inw. 2855/96).
- Lidzbarski M., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Łeba (0003), wersja cyfrowa.
- Lidzbarski M., Kordalski Z., 2003. Występowanie i dynamika trzeciorzędowego piętra wodonośnego w regionie gdańskim. Współczesne problemy hydrogeologii, 11: 121–128.
- Lidzbarski M., Kachnic J., Kachnic M., Kozerski B., Kreczko M., Pomianowska H., Prussak E., Pruszkowska M., 2007. Region wschodniopomorski. W: B. Paczyński, A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 1: 445–461). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Łaszczyńska B., Okulus H., Soćko A., Stenzel I., Wojas A., 1981. Dokumentacja badań geofizycznych temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, obszary: Głuszyno, Szarzyn, Rabacino, Zielona Huta, Garak, Kamień, Kłodawa, rok badań 1980. NAG, Warszawa (nr inw.2115; Kat. 33/168).
- Maliński E., Witkowski A., 1988. Węglowodory jako biomarkery. Źródła ich pochodzenia, znaczenie i wykorzystanie w geochemii organicznej. *Przegląd Geologiczny*, 4: 230–234.
- Mazur S., Mikołajczak M., Krzywiec P., Malinowski M., Lewandowski M., Buffenmyer V., 2016. Pomeranian Caledonides, NW Poland. A collisional suture or thin-skinned fold-and-thrust belt? *Tectonophysics*, 692, Part A: 29–43.
- Modliński Z., 1968. Ordowik na Pomorzu Zachodnim. *Kwart. Geol.*, 12: 488–492.
- Modliński Z., 1982. Rozwój facjalny i paleotektoniczny ordowiku na obszarze platformy prekambryjskiej w Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, 102.
- Modliński Z. (red.), 2007. Słupsk IG 1. Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 116.
- Modliński Z. (red.), 2010. Atlas map paleomiąższościowo-paleolitofacjalnych paleozoiku podpermskiego kratonu wschodnioeuropejskiego w Polsce i na obszarach sąsiednich. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Modliński Z., Podhalańska T., 2010. Outline of the lithology and depositional features of the lower Paleozoic strata in the Polish part of the Baltic region. *Geol. Quart.*, 54: 109–122.
- Modliński Z., Szymański B., 2010. Mapa litofacjalno-paleomiąższościowa karadoku W: Atlas paleogeologiczny podpermskiego paleozoiku kratonu wschodnioeuropejskiego w Polsce i na obszarach sąsiednich. (red. Z. Modliński).
- Modliński Z., Jacyna J., Kanev S., Khubldikov A., Laskova L., Laskovas J., Lenzion K., Mikazane I., Pomeranceva R., 1999. Palaeotectonic evolution of the Baltic Syncline during the Early Palaeozoic as documented by palaeothickness maps. *Geological Quarterly*, 43: 285–296.
- Modliński Z., Podhalańska T., Szymański B., 2010a. Mapa litofacjalno-paleomiąższościowa landoweru W: Atlas paleogeologiczny podpermskiego paleozoiku kratonu wschodnioeuropejskiego w Polsce i na obszarach sąsiednich. (Modliński Z., red.).
- Modliński Z., Podhalańska T., Szymański B., 2010b. Mapa litofacjalno-paleomiąższościowa wenloku W: Atlas paleogeologiczny podpermskiego paleozoiku kratonu wschodnioeuropejskiego w Polsce i na obszarach sąsiednich. (Modliński Z., red.).
- Modliński Z., Szymański B., Teller L., 2006. Litostratygrafia syluru polskiej części obniżenia bałtyckiego /część lądowa i morska/ /N Polska/. *Przegląd Geologiczny*, 54: 787–796.
- Okulus H., Wasiak I., 1970. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetryczno. magnetycznych. Temat: Wyniesienie Łeby i Synekliza Perybałtycka, 1970. NAG, Warszawa (nr inw. 1636 Kat. 33/138).
- Oszczepalski S., Rydzewski A., 1987. Palaeogeography and sedimentary model of the Kupferschiefer in Poland. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 10: 189–205.
- Oświęcimska A., Sikorski B. 1990. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Żarnowiec-W”. NAG, Warszawa (nr inw. 867/91).
- Paczeńska J., 2007. Kambr. Litologia i stratygrafia. W: Busówno IG 1 (red. J. Paczeńska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 118: 82–83.
- Paczeńska J., 2008. Kambr. Litologia i stratygrafia. W: Łopiennik IG 1, (red. J. Paczeńska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 123: 102–104.
- Paczeńska J., 2011. Kambr i ediakar. Litologia i stratygrafia. W: Darżlubie IG-1 (red. Z. Modliński). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 128: 52–54.
- Paczeńska J., 2012. Wysokorozdzielcza stratygrafia sekwencji utworów środkowego kambru w południowej i północno-wschodniej części bloku B (wyniesienie Łeby). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 448: 71–80.

- Paczyński B., 2007. Podstawy regionalizacji hydrogeologicznej. W: *Hydrogeologia regionalna Polski*, 1 (red. B. Paczyński, A. Sadurski): 56–69. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Pergół S., Sokołowski J., 2015. Bilans zasobów eksploatacyjnych i dyspozycyjnych wód podziemnych Polski wg stanu na dzień 31 grudnia 2014 r. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Peryt T.M., 1986. Fossiliferous dolomites in the Upper Werra Anhydrite (Zechstein) of the Puck Bay area, northern Poland. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 4: 193–200.
- Peryt T.M., 1990. Cechsztyński anhydryt górny (A1g) na obszarze polskiej części syneklizy perybałtyckiej. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 364: 5–29.
- Peryt T.M., 1991. Lower and Upper Werra Anhydrite in the Leba elevation area (northern Poland): lithofacies and paleogeography. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil 1*, 4: 1189–1200.
- Peryt T.M., 1994. The anatomy of a sulphate platform and adjacent basin system in the Leba sub-basin of the Lower Werra Anhydrite (Zechstein, Upper Permian), northern Poland. *Sedimentology*, 41: 83–113.
- Peryt T.M., 2015. Poziomy anhydrytowe w profile cechsztynu. W: *Lębork IG-1* (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, 145: 103–106.
- Peryt T.M., Piątkowski T.S., 1977. Stromatolites from the Zechstein Limestone (Upper Permian) of Poland. W: *Fossil Algae* (red. E. Flügel): 124–135. Springer, Berlin.
- Peryt T.M., Czapowski G., Gąsiewicz A., 1992. Facje i paleogeografia cechsztynu zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. *Przegląd Geologiczny*, 40: 223–233.
- Petecki Z., Polechońska O., Cieśla E., Wybraniec S., 2003. Mapa magnetyczna Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Peters K.E., 1986. Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 70: 318–329.
- Piåtkowski T.S., 1980. Utwory algowe wapienia cechsztyńskiego (Ca1) syneklizy perybałtyckiej. NAG, Warszawa (nr inw. 28327).
- Piwocki M., 2004. Paleogen. W: *Budowa geologiczna Polski. Stratygrafia. kenozoik. paleogen i neogen*, 1(3a) (red. T.M. Peryt, M. Piwocki): 22–71. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piwocki M., Kasiński J.R., 1995. Outline of development of the Lower Oligocene transgression in Northern Poland. *Techn. Poszukiwań Geol.*, 34: 47–52.
- Podhalańska T., 1980. Stratigraphy and development of Middle and Upper Ordovician deposits in the Leba Elevation (NW Poland). *Acta Geol. Pol.* 30: 327–390.
- Podhalańska T., 2009. Późnoordowickie złodowacenie Gondwany. zapis zmian środowiskowych w sukcesji osadowej obniżenia bałtyckiego. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 193.
- Podhalańska T. 2015. Sylur. Stratygrafia, uwagi o litologii, zarys przebiegu sedimentacji. W: *Lębork IG 1* (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, 145: 74–78.
- Podhalańska T. (red.), 2016. Niekonwencjonalne systemy węglowodorowe basenów bałtycko-podlasko-lubelskiego oraz karbońskiego SW Polski. *Przegląd Geologiczny*, 64, 12.
- Podhalańska T., Sikorska-Jaworowska M. (red.), 2015. *Lębork IG 1. Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, 145.
- Podhalańska T., Waksmundzka M.I., Becker A., Roszkowska-Remin J., 2016a. Rozpoznanie stref perspektywicznych występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce. nowe wyniki oraz dalsze kierunki badań. *Przegląd Geologiczny*, 64: 953–962.
- Podhalańska T., Waksmundzka M. I., Becker A., Roszkowska-Remin J., Dyrka I., Feldman-Olszewska A., Głuszyński A., Grotek I., Janas M., Karcz P., Nowak G. J., Paczeńska J., Roman M. G., Sikorska-Jaworowska M., Kuberska M., Kozłowska A., Sobień K., 2016b. Strefy perspektywiczne występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w kambryjskich, ordowickich, sylurskich i karbońskich kompleksach skalnych Polski. integracja wyników badań. *Przegląd Geologiczny* 64: 1008–1022.
- Poleszak E., 1959. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka. Kołobrzeg przez III Grupę Sejsmiczną Z.G.P.N. w roku 1959. NAG, Warszawa (nr inw. 13601; Kat. 3024/34).
- Poleszak E., 1960. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Ustka–Łeba. NAG, Warszawa (nr inw. 15353; Kat. 3024/35).
- Pokorski J., 1976. Czerwony spągowiec, warstwy dąrowskie i miasteczkie. W: *Perm i mezozoik niecki pomorskiej* (Dadlez R. red.). Permian and Mesozoic of the Pomerania Trough. *Pr. Inst. Geol.*, 79: 10–18.
- Pokorski J., 1978. Czerwony spągowiec. W: *Atlas litofacjalno. paleogeograficzny permu obszarów platformowych Polski* (red. S. Depowski). *Inst. Geol.*, Warszawa.
- Pokorski J., 2010. Geological section through the lower Paleozoic strata of the Polish part of the Baltic region (and references therein). *Geol. Quart.*, 54: 123–130.
- Pokorski J., Modliński Z. (red.), 2007. Mapa geologiczna zachodniej i centralnej części obszaru bałtyckiego bez utworów permu i młodszych. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Poprawa P., 2006a. Rozwój kaledońskiej strefy kolizji wzdłuż zachodniej krawędzi Baltiki oraz jej relacje do basenu przedpola. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 186: 189–214.
- Poprawa P., 2006b. Neoproterozoiczny rozpad superkontynentu Rodinii/Pannotii – zapis w rozwoju basenów osadowych na zachodnim skłonie Baltiki. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 186: 165–188.
- Poprawa P., 2010. Potencjał występowania złóż gazu ziemnego w łupkach dolnego paleozoiku w basenie bałtyckim i lubelsko-podlaskim. *Przegląd Geologiczny*, 58: 226–248.
- Poprawa P., Paczeńska J., 2002. Rozwój ryftu w późnym neoproterozoiku–wczesnym paleozoiku na lubelsko-podlaskim skłonie kratonu wschodnioeuropejskiego – analiza subsydencji i zapisu facjalnego. *Przegląd Geologiczny*, 50: 49–63.
- Poprawa P., Šliaupa S., Stephenson R.A. & Lazauskienė J., 1999. Late Vendian–Early Palaeozoic tectonic evolution of the Baltic Basin: regional implications from subsidence analysis. *Tectonophysics*, 314: 219–239.
- Praca zbiorowa 2015. The environment and shale gas exploration. Results of studies on the soil-water environment, ambient air, acoustic climate, process fluids and wastes. Directorate General for Environmental Protection, Warsaw.
- Prussak W., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Czarna Dąbrówka (0023), wersja cyfrowa.
- Prussak W., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Łupawa (0022), wersja cyfrowa.
- Pruszkowska M., 2004. Hydrogeologia wód podziemnych z utworów czwartorzędu Pojezierza Kaszubskiego. *Monografie*, 51. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Reicher B., 2006. Strukturalno-litofacjalne uwarunkowania akumulacji węglowodorów w utworach kambry syneklizy bałtyckiej. *Praca doktorska*, AGH, Kraków.
- Roman M., 2015. Wyniki Badań geofizyki wiertniczej. W: *Lębork IG-1* (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, 145: 157–161.
- Roszkowska-Remin J., Podhalańska T., 2016. *Geologia Łupków*. www.pgi.gov.pl.
- Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania złóż węglowodorów niekonwencjonalnych w Polsce, etap I, kier. Teresa Podhalańska. Opracowanie końcowe z realizacji projektu. 2016 NAG, Warszawa (nr inw. 4878/2016).
- Sikorska M., 1998. Rola diagenety w kształtowaniu przestrzeni porowej piaskowców kambry w polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 164.
- Sikorska M., Paczeńska J., 1997. Quartz cementation in Cambrian sandstones on the background of their burial history (Polish part of the East European Craton). *Geol. Quart.*, 41, 3.
- Sikorska-Jaworowska M., Kuberska M., Kozłowska A., 2016. Petrografia i mineralogia łupków niższego paleozoiku kratonu

- wschodnioeuropejskiego oraz piaskowców karbonu podłoża monokliny przedsudeckiej. *Przegląd Geologiczny*, 64, 12.
- Sikorski, B., Krzysztofowicz, Z., Cimoszewski, L., 1971. Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Smółdzino-1. NAG, Warszawa (nr inw.111268).
- Sikorski, B., Krzysztofowicz, Z., Solak, M., 1972. Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Łeba-8. NAG, (nr inw.114716).
- Skrzypczyk L. (red.), 2004. Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (według stanu NAG z dnia 31 marca 2004 r.). NAG, Warszawa.
- Ślōdkowska, B., 1992. Wyniki badań palinologicznych i fitoplanktonowych próbek osadów trzeciorzędowych z profilu Smółdziński Las (arkusz Smółdziński Las 1:50 000). NAG, Warszawa.
- Soćko A., Szczypa S., 1978. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 1 – Łeba, 2 – Puck, 1977–1978. NAG, Warszawa (nr inw. Kat. N33–XII/3).
- Stach E., Mackowsky M. T., Teichmüller M. R., Taylor G.H., Chandra D., 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology. 3rd ed. Borntraeger, Berlin.
- Staśko S., Koślacz R., Szlufik A., Tomaszewski B., Łęczyński L., Głaza E., Gajewski L., Gajewski Ł., 2004. Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych zlewni Łupawy. NAG, Warszawa (nr CBDG 890981, nr inw. 2198/2004).
- Stefaniuk M., Wojdyła M., Petecki Z., Pokorski J., 2008. Dokumentacja badań geofizycznych Temat: Budowa geologiczna pokrywy osadowej i podłoża krystalicznego segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej na podstawie kompleksowych badań geofizycznych /profilowań magnetotellurycznych/ Etap I: 2007–2008. NAG, Warszawa (nr inw. 1277/2009; 3090/2014; 4547/2015; 4548/2015).
- Szelewicka A., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Smółdziński Las (0001), wersja cyfrowa.
- Szymański B., 2011. Kambr górny (~furong). W: Darżlubie IG 1 (red. Z. Modliński). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 128: 54–58.
- Taylor G.H., Teichüller M., Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert P., 1998. Organic petrology. Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Tomczyk, H., 1990. Korelacja biostratygraficzna syluru Polski z innymi obszarami. W: Budowa Geologiczna Polski 3. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych I a. Paleozoik starszy (z proterozoikiem górnym) (red. M. Pajchłowa): 273–279. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Wichrowska M., 2015. Mikrolitofacje i diagenetyzacja osadów węglanowych cechsztynu. W: Lębork IG-1 (red. T. Podhalańska, M. Sikorska-Jaworowska). Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 145: 93–99.
- Więclaw D., Kotarba M. J., Kosakowski P., Kowalski A., Grotek I., 2010. Habitat and hydrocarbon potential of the Lower Paleozoic source rocks in the Polish part of the Baltic region. *Geological Quarterly*, 54: 159–182.
- Zalewska M., 1996a. Dokumentacja geologiczna w kat. C złoża ropy naftowej Dębki–Żarnowiec. Dodatek nr 2. Wniosek o zmianę decyzji zasobowej. NAG, Warszawa (nr 333/97).
- Zalewska M., 1996b. Dokumentacja geologiczna w kat. C złoża ropy naftowej – Białogóra E. Dodatek nr 2. Wniosek o rozliczenie zasobów. NAG, Warszawa (nr 334/97).
- Zaleska M., Zieliński W., Kratiuk S., 1998. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Słupsk (0021), wersja cyfrowa.
- Żaruk J., Rossa W., 1968. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Darłowo–Słupsk–Łeba przez Grupę Sejsmiczną nr 3 w 1968 roku. NAG, Warszawa (nr Inw. 41005; Kat. 3123/59).
- Żelichowski A., Białek T., Gadomski D., Grzesik H., 1987. Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych z tematu: Głębokie badania sejsmiczne na profilu GB-1-III-86/89 „Kostrzyn–Lębork”. NAG, Warszawa (nr inw. 171/92).